

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Image Processing

Image processing adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan *input* berupa gambar yang kemudian ditransformasikan atau diubah menjadi gambar lain sebagai *output* nya dengan teknik atau algoritma tertentu. Image processing dilakukan untuk memperbaiki kesalahan data sinyal gambar yang terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal, serta untuk meningkatkan kualitas gambar agar lebih mudah dibaca oleh sistem atau dengan penglihatan manusia baik dengan melakukan manipulasi atau menganalisa gambar yang diberikan [8].

Dalam dunia medis, *Image Processing* sering diterapkan untuk memperbaiki visualisasi dan analisis dalam berbagai aplikasi diagnostik dan terapeutik. Salah satu metode yang sering digunakan adalah penggunaan kamera NIR (*Near Infrared*) yang efektif dalam membedakan jaringan berdasarkan kontras yang dihasilkan oleh respon jaringan terhadap cahaya inframerah. Proses pengolahan citra melibatkan pengambilan gambar dari kamera, yang selanjutnya diubah menjadi format *grayscale*. Proses tersebut dilakukan untuk ekstraksi data yang penting dan memperjelas gambaran struktural dalam jaringan, yang sangat penting dalam diagnostik medis, seperti dalam pemindaian MRI, CT scan, dan ultrasonografi. Pendekatan ini memungkinkan para profesional kesehatan untuk lebih akurat dalam mendiagnosis dan mengobati berbagai kondisi medis.

2.2 Adaptive thresholding

Adaptive Thresholding adalah teknik pemrosesan citra yang digunakan untuk mengubah gambar grayscale menjadi gambar biner, yaitu gambar yang hanya memiliki dua warna yaitu hitam dan putih. Berbeda dengan Global Thresholding yang merubah kontras dan kecerahan pada gambar secara keseluruhan, Adaptive Thresholding menyesuaikan nilai ambang batas secara lokal dengan membagi bagian kecil atau area lokal dari gambar [5]. Hal ini memungkinkan metode ini lebih efektif dalam mengatasi perbedaan kondisi pencahayaan dalam gambar yang sama. Fungsi Adaptive Thresholding yang dipakai berasal dari OpenCV dengan menggunakan fungsi `cv2.adaptiveThreshold(greyscale image, maxValue, threshold type, block size, constant)`, dengan parameter *greyscale image* yaitu gambar yang

telah berbentuk greyscale, maxValue yaitu nilai maksimum yang diberikan kepada piksel setelah thresholding, threshold type yaitu antara ADAPTIVE THRESH MEAN C atau ADAPTIVE THRESH GAUSSIAN C, block size yaitu ukuran dari piksel yang akan diproses, dan constant adalah angka yang diberikan untuk mengontrol intensitas dari piksel.

Proses pemrosesan citra dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pertamanya, citra grayscale akan dibagi menjadi blok-blok kecil atau jendela-jendela. Ukuran jendela diatur menggunakan parameter blocksize yang menggunakan angka ganjil seperti 3 yang menghasilkan 3 dikali 3 blok piksel yang akan diproses untuk memastikan bahwa jendela tersebut cukup kecil untuk menangkap detail lokal tetapi cukup besar untuk memberikan hasil yang stabil. Setelah membagi citra, nilai ambang atau *threshold* yang dihitung menggunakan parameter threshold type, berikut adalah persamaan yang digunakan perhitungan ADAPTIVE THRESH MEAN C yang dihitung dengan cara mengambil rata - rata dari nilai intensitas piksel yang masuk ke dalam blok piksel yang sudah ditentukan dengan parameter sebelumnya yang didapatkan dari perhitungan Persamaan 2.1.

$$T(x,y) = \left(\frac{1}{w \times h} \sum_{i,j \in \text{window}} I(i,j) \right) - C \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $T(x,y)$ = Nilai threshold untuk piksel pada posisi (x, y)
- $w \times y$ = Ukuran jendela lokal, dengan lebar w dan tinggi h
- $I(i, j)$ = Nilai intensitas piksel pada posisi (i, j) dalam piksel dalam termasuk dalam pemrosesan
- $\sum_{i,j \in \text{window}}$ = Penjumlahan nilai intensitas semua piksel dalam termasuk dalam pemrosesan
- C = Konstanta yang digunakan untuk memperbaiki hasil thresholding

Pada persamaan Persamaan 2.1 untuk parameter ADAPTIVE THRESH MEAN C, nilai threshold didapatkan dengan menghitung nilai intensitas $T(x,y)$ untuk piksel pada posisi (x, y) sebagai rata-rata nilai intensitas piksel dalam jendela yang berpusat pada (x, y), contoh jika nilai blocksize adalah 3 maka piksel yang diambil sebesar 3 x 3 piksel termasuk piksel pusat, setelah itu seluruh piksel dari setiap blok akan diambil rata - rata nya dan yang terakhir akan dikurangkan dengan C untuk mengatur nilai thresholdnya [9]. Parameter lainnya yang dimiliki oleh algoritma thresholding memiliki opsi lainnya untuk parameter threshold type yaitu

ADAPTIVE THRESH GAUSSIAN C dengan rumus Persamaan 2.2 berikut.

$$T(x,y) = \left(\sum_{i,j \in \text{window}} w(i,j) \cdot I(i,j) \right) - C \quad (2.2)$$

Keterangan:

- $T(x,y)$ = Nilai threshold untuk piksel pada posisi (x, y)
 $I(i,j)$ = Nilai intensitas piksel pada posisi (i, j) dalam piksel dalam termasuk dalam pemrosesan
 $\sum_{i,j \in \text{window}}$ = Penjumlahan nilai intensitas semua piksel dalam termasuk dalam pemrosesan
 $w(i,j)$ = bobot Gaussian yang diberikan kepada piksel (i,j)
 C = Konstanta yang digunakan untuk memperbaiki hasil thresholding

Pada persamaan Persamaan 2.2 untuk parameter ADAPTIVE THRESH GAUSSIAN C, nilai threshold didapatkan dengan cara yang hampir sama dengan ADAPTIVE THRESH MEAN C, perbedaannya terdapat pada pembobotan Gaussian yang didapatkan dari jarak antara piksel pusat menuju piksel yang dimaksud, semakin jauh maka bobot yang diberikan akan semakin kecil dan piksel pusat akan memiliki bobot terbesar [9].

Adaptive Thresholding biasanya digunakan dalam dunia medis, khususnya dalam pengolahan citra medis di mana gambar seringkali memiliki variasi kontras yang tinggi atau kondisi pencahayaan yang kompleks. Misalnya, dalam analisis citra X-ray atau MRI. Selain itu Adaptive Thresholding dapat membantu dalam memisahkan jaringan yang sehat dari jaringan yang abnormal dengan lebih efisien yang memungkinkan pengidentifikasi tumor, fraktur, atau penyakit lainnya.

2.3 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

CLAHE atau Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization adalah sebuah metode dalam pemrosesan citra yang digunakan untuk meningkatkan kontras gambar secara adaptif. Teknik ini merupakan perluasan dari Histogram Equalization (HE), yang merupakan salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kontras pada citra dengan memperluas histogram [6]. Kelemahan dari Histogram Equalization adalah dapat menghasilkan efek yang tidak diinginkan, seperti peningkatan *noise* dan penurunan detail di daerah yang memiliki kontras tinggi. Dengan menggunakan CLAHE, kita dapat meningkatkan kontras gambar

secara lokal, mempertahankan detail di daerah dengan kontras tinggi, dan menghindari peningkatan *noise* yang berlebihan [10].

Fungsi CLAHE yang dipakai berasal dari OpenCV dengan menggunakan fungsi `cv2.createCLAHE(clipLimit, tileGridSize)`, `clipLimit` adalah ambang batas untuk intensitas kontras dari piksel, jika `clipLimit` adalah 2.0, maka intensitas kontras akan dibatasi hingga dua kali lipat dari *contrast* aslinya di setiap piksel karena nilai yang lebih tinggi meningkatkan kontras lebih jauh tetapi dapat menimbulkan *noise* dan parameter yang kedua adalah `tileGridSize` yaitu Ukuran *grid* yang digunakan untuk membagi gambar menjadi *grid* kecil dengan ukuran yang umum digunakan adalah (8,8) atau (16,16), jika ukuran dari 8,8 maka ukuran *grid* akan berukuran 8x8. Ukuran *grid* yang lebih besar menghasilkan efek yang lebih halus

Kelebihan CLAHE seperti yang telah di jelaskan diatas menjadikan CLAHE berguna dalam aplikasi medis di mana detail halus dari struktur anatomis penting untuk diagnosis yang akurat. Dalam citra medis, seperti CT scans atau MRI, CLAHE digunakan untuk memperbaiki visualiasai struktur yang sulit dikenali karena perbedaan kontras yang minimal. Hal ini sangat membantu dalam meningkatkan visualisasi dan interpretasi dari area-area kritis seperti pembuluh darah dan organ. Penggunaan CLAHE dapat secara signifikan memperjelas detail ini tanpa memperkenalkan *noise* yang dapat mengganggu analisis dokter. Dengan demikian CLAHE menjadi salah stau pilihan utama dalam pengolahan citra yang berfokus pada kecerahan dan kontras dan secara signifikan dalam berbagai penelitian dan aplikasi medis.

2.4 Median Filter

Median filter adalah salah satu teknik pemrosesan citra yang digunakan untuk mengurangi *noise* pada citra. Median Filter bekerja dengan cara mengganti nilai piksel pada setiap posisi dalam citra dengan nilai median dari sekumpulan nilai piksel di sekitarnya [11]. Proses penerapan Median Filter dilakukan dengan mengambil setiap piksel dalam citra dan mengelompokkan nilai-nilai piksel di sekitarnya ke dalam sebuah *array* atau himpunan data, lalu mengambil nilai tengah atau median dari himpunan tersebut [12]. Nilai median ini kemudian digunakan untuk mengganti nilai piksel asli.

Median filter, dengan proses penggantian nilai piksel yang berbasis median, sangat efektif dalam mempertahankan garis pinggir gambar dan mengurangi

noise yang membuat Median Filter menjadi salah satu teknik terbaik dalam pengurangan *noise* dan mempertajam pinggiran gambar. Dalam dunia medis, teknik ini sangat bermanfaat dalam meningkatkan kualitas citra diagnostik seperti citra ultrasonografi, radiografi, dan lainnya yang sering terganggu oleh *noise speckle* dan *salt-and-pepper noise*. Dengan mengaplikasikan median filter, dokter dapat memperoleh gambar yang lebih bersih dan lebih akurat serta membuat identifikasi gambar dengan lebih jelas. Hal ini sangat penting dalam menentukan diagnosis yang tepat dan menentukan rencana pengobatan yang efektif.

2.5 Greyscale

Greyscale adalah sebuah metode dalam pemrosesan citra yang digunakan untuk mengubah citra menjadi skala abu-abu atau hitam-putih atau yang sering disebut dengan monokrom [13] dengan cara menghilangkan warna yang tidak perlu dan hanya menyisakan warna putih, hitam, dan abu - abu. Greyscale adalah salah satu aspek yang penting pada *image processing* karena dapat menyederhanakan warna sehingga memaksimalkan proses yang membutuhkan pemisahan warna yang presisi seperti pada Vein Viewer dan Dermatoskop.

Greyscale menghilangkan warna dan mengurangi kompleksitas informasi visual yang secara signifikan mempermudah analisis dan pemrosesan citra dalam berbagai konteks medis. Dalam skenario diagnostik, seperti dalam penggunaan ultrasound, MRI, dan X-ray, citra Greyscale membantu dalam mengidentifikasi berbagai kondisi dan abnormalitas dengan lebih jelas. Hasil yang dihasilkan dalam memungkinkan radiolog dan dokter spesialis untuk mengamati perubahan tekstur, kepadatan, atau struktur yang mungkin tidak terlihat dengan jelas pada citra berwarna. Oleh karena itu, Greyscale tidak hanya mempermudah interpretasi visual tapi juga meningkatkan keakuratan dalam diagnostik medis.

2.6 Python

Python telah menjadi bahasa pemrograman pilihan untuk area penelitian machine learning dalam beberapa tahun terakhir, bukan hanya karena mudah digunakan tetapi juga adanya dukungan komunitas yang baik. Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi, dengan sistem komputasi paralel, sintaks relatif sederhana, dan kode yang mudah dibaca [14]. Pada Python sendiri sangat banyak *library* yang mendukung berjalannya *machine learning*, kecerdasan buatan

dan juga *image processing* [15]. Pembuatan aplikasi Vein Viewer ini memakai bahasa pemrograman Python dikarenakan Python memiliki *library* pendukung untuk melakukan *image processing*, salah satunya adalah OpenCV.

Python juga menawarkan kemampuan integrasi yang luas dibandingkan dengan bahasa pemrograman lain. Python memungkinkan *multi cross platform* yaitu hasil *output* dari Python dapat digunakan antar platform seperti *desktop* dan *android*. Seperti yang sudah disebutkan di atas keunggulan Python terletak pada banyaknya *libraries* yang dapat dipakai. Salah satunya adalah OpenCV yang banyak dipakai dalam pengolahan citra yang menawarkan berbagai fungsi yang dioptimalkan untuk manipulasi dan analisis citra secara *real-time*. Penggunaan Python memungkinkan para pengembang untuk mengimplementasikan algoritma-algoritma kompleks secara lebih cepat dan efisien, meningkatkan kecepatan iterasi dan pengujian.

