

**DETEKSI CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN
GLRLM DAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
FITRI MELLYNIA ASTITI
H72218020

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : FITRI MELLYNIA ASTITI

NIM : H72218020

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "DETEKSI CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN GLRLM DAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Januari 2022

Yang menyatakan,


FITRI MELLYNIA ASTITI
NIM. H72218020

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : FITRI MELLYNIA ASTITI
NIM : H722180120
Judul Skripsi : DIAGNOSIS CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN
MENGGUNAKAN GLRLM DAN *EXTREME LEARNING*
MACHINE (ELM)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



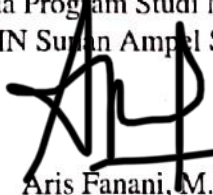
Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom
NIP. 198511242014032001

Pembimbing II



Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : FITRI MELLYNIA ASTITI
NIM : H722180120
Judul Skripsi : DETEKSI CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN
MENGUNAKAN GLRLM DAN *EXTREME LEARNING*
MACHINE (ELM)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 20 Januari 2022

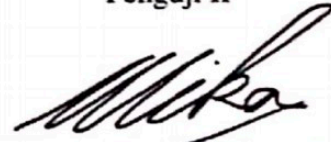
Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji II



Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom
NIP. 198511242014032001

Penguji IV



Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Prof. Dr. Evi Fatmatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : FITRI MELLYNIA ASTITI
NIM : H722180120
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address : FITRIMELLYNIA05@GMAIL.COM

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

DETEKSI CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN
GLRLM DAN EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 JANUARI 2022

Penulis

(FITRI MELLYNIA ASTITI)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

DETEKSI CITRA X-RAY COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN GLRLM DAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)

COVID-19 (*Corona Virus Disease-19*) merupakan virus yang menyerang sistem pernafasan. Penyebaran COVID-19 tergolong sangat cepat sehingga telah banyak masyarakat yang terjangkit oleh virus ini. Cara mendeteksi virus ini dapat dilakukan dengan melakukan *Chest X-Ray* atau *X-Ray* dada. Dalam penelitian ini menggunakan data berupa citra *X-Ray* dada. Citra *X-Ray* tersebut akan diproses dengan bantuan *Computer Aided Diagnosis (CAD)*. CAD memiliki 3 tahapan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *pre-processing* dengan menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* *feature extraction* dengan menggunakan *Gray Level Run Length Matrix (GLRLM)* dan *classification* dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine (ELM)*. Hasil terbaik diperoleh dengan *K-Fold* dengan *K* sebesar 10, node pada *hidden layer* sebanyak 100 menggunakan fungsi aktivasi berupa Sigmoid Bipolar pada sudut 0° , akurasi yang diperoleh sebesar 92%, sensitifitas sebesar 89.62% dan spesifisitas sebesar 94.68%. Hasil dari penelitian deteksi COVID-19 ini diharapkan mampu mengurangi angka kematian yang diakibatkan oleh COVID-19.

Kata kunci: Deteksi, Citra *Chest X-Ray*, CLAHE, GLRLM, ELM

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

X-RAY IMAGE COVID-19 DETECTION USING GLRLM AND EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)

COVID-19 Corona Virus Disease-19 is a virus that attacks the respiratory system. The spread of COVID-19 is classified as very fast, so it has Many people have been infected by this virus. How to detect this virus can done by doing a Chest X-Ray or a chest X-Ray. In this research using data in the form of chest X-Ray images. The X-Ray image will be processed with the help of Computer Aided Diagnosis (CAD). CAD has 3 stages which are used in this study, namely Pre-processing using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) feature extraction by using Gray Level Run Length Matrix (GLRLM) and classification using the Extreme Learning Machine (ELM) method. The best results are obtained with *K-Fold* with *K* of 10, the node in *hidden layer* is 100 using an activation function in the form of Bipolar Sigmoid at an angle of 0° , the accuracy obtained is 90 %, sensitivity of 86.2% and specificity of 94.86%. The results of this COVID-19 detection study are expected to be able to reduce the rate of deaths due to COVID-19.

Keywords: Detection, Chest X-Ray, CLAHE, GLRLM, ELM.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	4
DAFTAR GAMBAR	5
I PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang Masalah	7
1.2. Rumusan Masalah	13
1.3. Tujuan Penelitian	13
1.4. Manfaat Penelitian	14
1.5. Batasan Masalah	15
1.6. Sistematika Penulisan	15
II TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1. COVID-19	17
2.1.1. Faktor Penyebab COVID-19	17
2.2. Citra Digital	19
2.2.1. Citra Grayscale	20
2.2.2. Citra RGB	20
2.3. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i> (CLAHE)	21
2.4. <i>Gray Level Run Length Matrix</i> (GLRLM)	22
2.4.1. SRE (<i>Short Run Emphasis</i>)	24
2.4.2. LRE (<i>Long Run Emphasis</i>)	25

2.4.3. GLN ((<i>Gray Level Nonuniformity</i>))	25
2.4.4. RLN ((<i>Run Length Nonuniformity</i>))	26
2.4.5. RP ((<i>Run Percentage</i>))	26
2.4.6. LGRE (<i>Low Gray-level Run Emphasis</i>)	27
2.4.7. HGRE (<i>High Gray-level Run Emphasis</i>)	27
2.4.8. SRLGE (<i>Short Run Low Gray-level Emphasis</i>)	28
2.4.9. SRHGE (<i>Short Run High Gray-level Emphasis</i>)	28
2.4.10. LRLGE (<i>Long Run Low Gray-level Emphasis</i>)	29
2.4.11. LRHGE (<i>Long Run High Gray-level Emphasis</i>)	29
2.5. <i>K-fold Cross Validation</i>	30
2.6. <i>Extreme Learning Machine</i>	30
2.7. <i>Confusion Matrix</i>	34
2.7.1. Akurasi	34
2.7.2. Sensitivitas	35
2.7.3. Spesifisitas	35
2.8. Integrasi Keislaman	35
III METODE PENELITIAN	38
3.1. Jenis Penelitian	38
3.2. Data Penelitian	38
3.3. Pengolahan Data	39
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. <i>Pre-processing</i>	42
4.1.1. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	43
4.2. Ekstraksi Fitur	47
4.3. Klasifikasi	62
4.3.1. Proses <i>Training</i>	62
4.3.2. Proses <i>Testing</i>	65
4.4. Pengujian Model dan Evaluasi	67
4.5. Aplikasi Deteksi COVID-19	71
4.6. Integrasi Keislaman	74

V PENUTUP	76
5.1. Kesimpulan	76
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	77



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

3.1 Tabel Data Penelitian	39
4.1 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 0°	61
4.2 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 45°	61
4.3 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 90°	61
4.4 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 135°	61
4.5 Hasil Uji Coba dengan $K = 5$	68
4.6 Hasil Uji Coba dengan $K = 10$	69
4.7 Hasil Uji Model <i>Confusion Matrix</i>	70

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1 (a) Normal, (b) COVID-19	18
2.2 Contoh Citra <i>Grayscale</i>	20
2.3 Contoh Citra RGB	21
2.4 Contoh Citra RGB	22
2.5 Sudut Orientasi	23
2.6 Matriks Nilai Citra	23
2.7 <i>Run Length</i> setiap sudut	24
2.8 Pembagian Dataset dengan <i>5-fold</i>	30
2.9 <i>Fungsi Aktivasi</i>	31
2.10 Arsitektur ELM	33
2.11 <i>Confusion Matrix</i>	34
3.1 (a) Normal, (b) COVID-19	39
3.2 Diagram Alir Penelitian	40
4.1 Sampel data Citra Normal dan COVID-19	42
4.2 Contoh Pembagian Blok Pada Citra COVID-19	44
4.3 Contoh Histogram Pada Blok Citra COVID-19	44
4.4 Contoh Citra COVID-19 Sebelum Proses CLAHE	45
4.5 Contoh Citra COVID-19 Setelah Proses CLAHE	46
4.6 Perbandingan Histogram Data Normal Sebelum dan Setelah Proses CLAHE	46
4.7 Perbandingan Histogram Data COVID-19 Sebelum dan Setelah Proses CLAHE	47
4.8 <i>Run Length</i> setiap sudut	48
4.9 Nilai SRE	53
4.10 Nilai LRE	54
4.11 Nilai GLN	55

4.12 Nilai RLN	55
4.13 Nilai RP	56
4.14 Nilai LGRE	57
4.15 Nilai HGRE	57
4.16 Nilai SRLGE	58
4.17 Nilai SRHGE	59
4.18 Nilai LRLGE	59
4.19 Nilai LRHGE	60
4.20 Halaman Utama Aplikasi Deteksi COVID-19	72
4.21 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19	72
4.22 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19	73
4.23 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19	73



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Corona Virus Disease-19 atau yang lebih dikenal COVID-19 merupakan penyakit yang menyerang pada sistem saluran pernafasan. COVID-19 pertama kali ditemukan di daerah Wuhan, China. Penyakit tersebut telah terdaftar di WHO sejak tanggal 31 Desember 2019. COVID-19 disebabkan oleh virus yang bernama SARS-COV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus-2*) atau infeksi akut yang menyerang pada sistem pernafasan (Zu et al., 2020). Virus ini dapat menular dalam waktu yang cukup singkat, sehingga mengakibatkan terjadi pandemi hampir di seluruh negara (Wang et al., 2020). Pandemi dapat menjadi ancaman yang serius bagi negara karena terganggunya kesehatan, keadaan ekonomi, sosial dan beberapa aspek kehidupan lainnya (Setyaningrum and Yanuarita, 2020).

COVID-19 memiliki gejala dari umum hingga gejala khusus, gejala umum yang sering terjadi seperti kelelahan, batuk kering hingga demam, sedangkan pada gejala khusus diantaranya sakit tenggorokan, nyeri otot, hilangnya indera penciuman hingga indera perasa (Zu et al., 2020). Penderita COVID-19 yang tergolong berat akan mengalami pneumonia, gagal ginjal hingga kematian (Syahrir et al., 2020). Laju pasien yang dinyatakan terpapar COVID-19 tergolong sangat cepat, untuk menekan laju pertumbuhan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti menjaga jarak, memakai masker saat keluar rumah atau berpergian,

rajin mencuci tangan, hingga isolasi mandiri (Boldog et al., 2020).

Dalam Islam terdapat penyakit yang diturunkan oleh Allah SWT yang dapat menular, seperti dalam sabda Rasulullah SAW:

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الطَّاعُونَ آيَةُ الرَّجْزِ ابْتَلَى اللَّهُ عَزَّ
وَجَلَّ بِهِ نَاسًا مِنْ عِبَادِهِ

Artinya "Rasulullah saw. bersabda: *Thaun* (wabah penyakit menular) adalah suatu peringatan dari Allah Swt untuk menguji hamba-hamban-Nya dari kalangan manusia" (Hadis Riwayat Bukhari dan Muslim). Hadis ini menjelaskan bahwa suatu penyakit dapat menular, dan Allah Swt menurunkan sebuah wabah untuk menguji keimanan hamba-Nya. Dalam pandangan Islam setiap manusia diberikan tanggung jawab dalam hidupnya, yaitu beribadah kepada Allah Swt. Dalam menjalankan tanggung jawabnya untuk beribadah kepada Allah Swt, manusia akan diberikan Allah Swt ujian secara berkala. Ujian tersebut dapat menjadi penentu derajat seseorang, selain itu ujian juga dapat menjadi penentu tingkat keimanan dan ketaqwaan manusia kepada Allah Swt. Seperti dalam ayat al-Qur'an berikut ini:

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ
وَالشَّمْرِثِ وَنَشْرٍ الصَّبْرِينَ

Artinya "Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar".(QS. Al-Baqarah: 155). Ayat tersebut menjelaskan bahwa sesungguhnya ujian dari Allah Swt yang diberikan kepada hamba-Nya merupakan bentuk kasih Allah Swt kepada hamba-hambanya agar

senantiasa bersabar dan selalu meningkatkan keimanan dan ketaqwaannya kepada Allah Swt (Darmawan, 2019). Cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keimanan dapat dilakukan dengan cara sering beribadah, dengan sering melakukan ibadah maka hati dan batin akan merasa tenang, ketenangan batin akan menimbulkan imun yang lebih kuat didalam tubuh (Syahrir et al., 2020).

Sebagai upaya pencegahan untuk melawan virus dapat dilakukan dengan cara vaksinasi, dalam uji coba cara tersebut diharapkan mampu untuk menekan laju penyebaran COVID-19 dengan angka efektifitas sebesar 50-70% (Fattah, 2021) Pada proses identifikasi dapat dilakukan dengan cara tes masal, tes masal yang menjadi pilihan bagi masyarakat yaitu melalui PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan Swab, tetapi tes PCR dan Swab membutuhkan waktu yang tergolong lama serta biaya yang terbilang mahal (Wang et al., 2020). Alternatif yang dapat digunakan untuk mengganti PCR dan Swab yaitu dengan CT (*Computer Tomography*) Scan dan X-Ray atau melalui pencitraan pada paru-paru, teknik ini dapat menjadi pertimbangan karena lebih mudah dan hasilnya yang tergolong optimal. Pada teknik ini dihasilkan gambaran kondisi paru-paru pasien. Liu dkk telah melakukan deteksi tingkat keganasan COVID-19 dengan jumlah pasien sebanyak 73 orang dengan melakukan CT Scan. Deteksi tersebut menghasilkan sebanyak 6 terdeteksi menderita pneumonia dan 67 lainnya terdeteksi positif COVID-19 (Liu et al., 2020).

Hasil dari CT scan pada umumnya lebih baik jika dibandingkan dengan X-Ray, karena CT scan memiliki hasil yang lebih presisi, akan tetapi CT scan memiliki beberapa kekurangan yaitu memerlukan biaya yang lebih mahal jika dibandingkan dengan X-Ray. Selain karena harganya, belum banyak rumah sakit yang melayani CT scan, sehingga masyarakat yang ingin melakukan CT scan

harus mendatangi rumah sakit yang lebih besar atau lebih lengkap (Self et al., 2013). Beberapa alasan tersebut *X-Ray* lebih sering digunakan, selain karena harga, proses *X-Ray* tidak memakan waktu yang lama (Pereira et al., 2020). Cara kerja dari *X-Ray* atau sinar-x yaitu apabila sinar-x mengenai suatu benda, maka benda yang mendapatkan sinar lebih akan terlihat lebih terang jika dibandingkan dengan sinar yang lebih sedikit (Rahmadewi and Kurnia, 2016). Setelah citra *X-Ray* diperoleh selanjutnya akan dideteksi secara otomatis dengan menggunakan *Artificial Intelligence*.

Deteksi penyakit dengan memanfaatkan *Artificial Intelligence* sudah banyak dilakukan oleh para ahli medis. Hasil citra *X-Ray* yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan CADx (*Computer Aided Detection*) atau CAD (*Computer Aided Diagnosis*) (Puspitasari et al., 2019). CAD merupakan sistem yang digunakan untuk mendiagnosis sebuah lesi dari suatu citra medis, sedangkan CADx merupakan sistem yang digunakan untuk menunjukkan karakteristik suatu citra seperti keganasan atau stadium dari suatu penyakit (Orozco et al., 2015). Pada penelitian yang membahas mengenai diagnosis dapat memanfaatkan sistem dari CAD, tiga tahapan yang dimiliki CAD adalah *pre-processing*, *feature extraction* dan *classification* (Novitasari et al., 2020). Tahap *pre-processing* bertujuan meningkatkan kualitas citra, terkadang data citra yang digunakan masih mengandung *noise* yang akan berpengaruh pada kualitas data citra. Perbedaan kualitas citra tersebut dapat terjadi pada saat pengambilan data citra. Pada tahap *feature extraction* bertujuan untuk memperoleh informasi dari karakteristik citra yang akan digunakan pada tahap *classification* (Mu'jizat, 2021a).

Metode *pre-processing* yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas

citra yaitu CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) (Nurzaenab et al.). CLAHE adalah pengembangan dari metode AHE (*Adaptive Histogram Equalization*) yang berfungsi untuk pemerataan histogram pada nilai dari masing-masing piksel sebuah citra (Hasibuan et al., 2021). Terdapat penelitian yang melakukan perbandingan antara metode HE, AHE dan CLAHE dengan menggunakan data citra rontgen serta metode MSE (*Mean Square Error*) yang digunakan untuk proses evaluasi kinerja suatu model. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa CLAHE memiliki nilai terbaik jika dibandingkan dengan HE dan AHE. Nilai MSE pada CLAHE, AHE dan HE masing-masing sebesar 339.126% 596.9% dan 759.340% (Riadi et al., 2017). Dari penelitian tersebut terlihat bahwa CLAHE memiliki akurasi yang tinggi jika dibandingkan dengan metode *pre-processing* lainnya. Setelah melalui tahap *pre-processing* atau perbaikan nilai fitur, selanjutnya adalah tahap *feature extraction*.

Pada penelitian terdahulu mengenai penyakit liver yang diklasifikasi dengan menggunakan metode SVM dan dua metode ekstraksi fitur yaitu GLCM (*Gray Level Co-occurrence Matrix*) dan GLRLM (*Gray Level Run Length Matrix*), hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa GLRLM mempunyai performa yang lebih unggul jika dibandingkan dengan GLCM dengan akurasi masing-masing sebesar 77.25% dan 87.125% (Xu et al., 2019). Dalam penelitian yang membandingkan tiga metode ekstraksi fitur yaitu GLDS (*Grey Level Difference Statistics*), GLCM dan GLRLM dengan menggunakan citra tumor otak. Hasil terbaik diperoleh dari metode GLRLM dengan akurasi sebesar 98.94% sedangkan GLDS dan GLCM masing-masing sebesar 87.70% dan 97.63% (Wady et al., 2020). selain itu terdapat penelitian terdahulu yang membandingkan metode ekstraksi fitur GLDM, GLCM dan GLRLM dengan menggunakan data kanker

payudara. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu ECOC SVM dengan menggunakan RBF, Kernel Linear dan Polinomial. Dari beberapa metode pre-processing yang dibandingkan, hasil terbaik ditunjukkan oleh metode GLRLM dengan tingkat akurasi sebesar 93.9757% (Novitasari et al., 2019). Dari beberapa penelitian tersebut menunjukkan hasil ekstraksi fitur terbaik yang diperoleh yaitu dengan menggunakan GLRLM.

Pada tahap *classification* citra X-ray COVID-19 dapat dilakukan dengan menggunakan metode ELM atau *Extreme Learning Machine*. ELM merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengklasifikasi suatu penyakit seperti COVID-19. ELM terdiri atas 3 *layer neural network* serta fungsi aktivasinya yaitu sigmoid. Proses dari metode ELM yaitu dengan memanfaatkan jaringan *feed forward* dengan *single hidden layer*. Layer ELM terdiri atas *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* (Foeady, 2019). Keunggulan yang dimiliki ELM adalah proses *learning* yang tergolong cepat. Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Nurdiansyah, dkk, tentang klasifikasi penyakit tuberkulosis menggunakan ELM, dengan *hidden neuron* sebanyak 20, dan fungsi aktivasi sigmoid, menghasilkan akurasi terbaik sebesar 99.33% (Nurdiansyah et al.). Selain itu dalam penelitian yang dilakukan (Mishra et al., 2017) mengenai klasifikasi kanker serviks menggunakan *Extreme Learning machine* (ELM) dengan menggunakan ekstraksi fitur yaitu metode GLCM, diperoleh hasil akurasi pada data latih sebesar 100% dan data uji sebesar 80%. Dalam penelitian lainnya yang memanfaatkan metode ELM dan ekstraksi fitur menggunakan GLCM untuk mengklasifikasikan data citra X-ray Covid-19, dengan menggunakan hidden node sebanyak 20 diperoleh akurasi terbaik yaitu 92.23% (Umrotul et al., 2021). Penelitian menggunakan ELM juga dilakukan oleh hanim dengan ekstraksi fitur GLRLM, data yang digunakan berupa

citra usus besar. Jumlah *hidden layer* yang digunakan yaitu 900 *layer*, serta fungsi aktivasi berupa *Triangular Basis Function*, menghasilkan nilai akurasi sebesar 89.60% (Mu'jizat, 2021a).

Berdasarkan pada beberapa penelitian terdahulu mengenai metode GLRLM dengan akurasi yang lebih dari 90% dan keunggulan yang dimiliki oleh metode ELM, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul Deteksi Citra *X-Ray COVID-19* dengan Menggunakan Metode GLRLM dan *Extreme Learning Machine* (ELM).

1.2. Rumusan Masalah

Setelah diketahui beberapa pemaparan latar belakang masalah yang ada, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dari tahap *pre-processing* pada citra *X-Ray* menggunakan metode CLAHE?
2. Bagaimana hasil dari tahap *feature extraction* pada citra *X-Ray* menggunakan metode GLRLM?
3. Bagaimana hasil dari tahap deteksi pada COVID-19 berdasarkan citra *X-Ray* menggunakan metode ELM?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari beberapa rumusan masalah yang ada, sehingga tujuan penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui dan menganalisis hasil dari *pre-processing* pada citra *X-Ray*.

2. Dapat mengetahui dan menganalisis hasil dari *feature extraction* pada citra *X-Ray* menggunakan metode GLRLM.
3. Dapat mengetahui hasil deteksi COVID-19 berdasarkan citra *X-Ray* menggunakan metode ELM.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Dari segi teori, manfaat yang terdapat dalam penelitian ini diharapkan mampu untuk menambah pengetahuan dan memperdalam ilmu mengenai klasifikasi menggunakan citra *X-Ray* yang menerapkan metode GLRLM dan ELM, serta dapat menjadi acuan untuk penellitan selanjutnya.

2. Manfaat praktis

(a) Dapat memberi dan menambah wawasan bagi penulis mengenai ilmu yang terkandung dalam penelitian.

(b) Dapat menjadi reverensi bagi tenaga medis mengenai deteksi COVID-19 dengan memanfaatkan *Artificial Intellegence*, lalu membandingkan hasil yang diperoleh dengan metode dalam bidang kesehatan lainnya.

(c) Dapat menjadi reverensi tenaga medis untuk memberikan penanganan yang diperlukan, sehingga dapat menekan angka penyebaran COVID-19.

(d) Dapat menjadi koleksi perpustakaan UINSA dan bermanfaat untuk mahasiswa lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Karena ruang lingkup permasalahan yang sangat luas, sehingga diberikan beberapa batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Data *X-Ray* COVID-19 dalam penelitian ini diperoleh melalui *Kaggle* 2021.
2. Data dideteksi menjadi dua kelas yaitu normal dan COVID-19.
3. Uji coba pembagian data dengan *K-Fold* di mana $K=5$ dan $K=10$
4. Uji coba ekstraksi fitur GLRLM dengan empat sudut yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° .
5. Uji coba tiga fungsi aktivasi berupa Sigmoid, Sin dan Sigmoid Biner.
6. Uji coba jumlah node sebesar 10, 50 dan 100 node.

1.6. Sistematika Penulisan

Bagian ini berisi mengenai pemaparan garis besar isi dari setiap bab.

1. BAB I PENDAHULUAN berisi mengenai latar belakang masalah tentang COVID-19 dan cara mendeteksi COVID-19, perumusan masalah dalam penelitian, batasan masalah dalam penelitian, tujuan dalam penelitian, manfaat dalam penelitian dan sistematika dalam penelitian.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA berisi mengenai teori-teori dari COVID-19, citra, tahap *pre-processing* menggunakan CLAHE, tahap ekstraksi fitur menggunakan GLRLM, tahap klasifikasi menggunakan ELM, serta metode evaluasi model menggunakan *confusion matrix*.

3. BAB III METODE PENELITIAN berisi mengenai jenis penelitian, sumber data, dan alur penelitian mulai dari pengumpulan data hingga kesimpulan yang didapatkan.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN berisi mengenai hasil dan pembahasan dari rumusan masalah, pemaparan proses yang dilakukan dalam penelitian, dan analisis hasil yang didapatkan dalam penelitian.
5. BAB V PENUTUP berisi mengenai penarikan kesimpulan hasil penelitian serta saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. COVID-19

COVID-19 (*Corona Virus Disease-19*) merupakan suatu virus yang cepat menular, virus ini menyerang organ pernafasan yang ditimbulkan virus jenis baru yang dikenal dengan istilah SARS-COV-2 atau *Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus-2*. Virus ini pertama kali menyebar di Wuhan, China pada akhir tahun 2019. Virus ini kemudian menjadi wabah penyakit yang penyebarannya tergolong sangat cepat, sehingga WHO menetapkan permasalahan ini sebagai pandemi global (Liu et al., 2020).

Pada bulan September tahun 2020 virus ini sudah menyebar hampir ke seluruh negara dengan jumlah kasus yang dinyatakan positif sebanyak 31,4 juta jiwa, dan sekitar 967 ribu jiwa dinyatakan meninggal akibat virus ini. Oleh karena itu, pandemi ini dapat menjadi ancaman bagi negara didunia karena mengganggu berbagai faktor kehidupan seperti kesehatan, sosial maupun ekonomi (Huang et al., 2020).

2.1.1. Faktor Penyebab COVID-19

COVID-19 ini dapat menyebar secara cepat apabila orang-orang tidak saling menjaga jarak. Virus dapat menyebar melalui *droplet* atau percikan air liur seseorang. Selaain *droplet* penyebaran virus ini dapat melalui benda yang sudah terkena COVID-19 dipermukaannya kemudian seseorang menyentuh benda

tersebut lalu menyentuh anggota badan seperti hidung, mata maupun mulut (Fattah, 2021).

Gejala yang sering ditimbulkan COVID-19 yaitu demam tinggi (dengan suhu yang melebihi 38° celcius), batuk-batuk, mengalami sesak nafas, berkurangnya kepekaan indera penciuman dan indera perasa, dan sakit kepala. Pada umumnya gejala tersebut akan dialami oleh pasien dengan imun tubuh yang tergolong lemah, sedangkan pasien dengan imun tubuh yang tergolong kuat seringkali tidak mengalami gejala tersebut (Phelan et al., 2020). Gejala tersebut akan muncul dalam kurun waktu 14 hari. Upaya dalam mencegah penyebaran COVID-19 bisa dilakukan dengan cara memakai masker apabila sedang bepergian, sering mencuci tangan, dan menjaga kesehatan, selain itu menjaga jarak atau menghindari kerumunan juga harus dilakukan agar tidak terpapar dengan penderita COVID-19 (Purnamasari and Raharyani, 2020).

COVID-19 tidak dapat dilihat atau dianalisis secara langsung dengan menggunakan mata. Hal tersebut dikarenakan COVID-19 menyerang organ pernafasan dalam tubuh manusia. Tetapi COVID-19 dapat terdeteksi dengan sinar X atau *X-Ray*. Contoh gambar hasil *X-Ray* paru-paru normal dan paru-paru penderita COVID-19 dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 (a) Normal, (b) COVID-19

2.2. Citra Digital

Citra merupakan suatu gambaran yang merepresentasikan sebuah objek dalam bentuk gambar. Suatu citra tidak dapat langsung diolah oleh komputer, sehingga citra harus diolah terlebih dahulu ke dalam citra digital (Puspitasari et al., 2019). Sebelum memasuki tahap komputasi citra digital harus diubah ke bentuk numerik untuk mendapatkan ciri karakteristik dari suatu citra digital. Sedangkan citra medis merupakan gambaran dari organ dalam tubuh manusia yang umumnya dimanfaatkan untuk tujuan klinis. Salah satu contoh dari citra medis yaitu rontgen dengan sinar X atau X-ray (Saporetti et al., 2018).

Citra digital adalah matriks 2-D dengan $m \times n$, dimana m dan n tersebut merepresentasikan perpotongan dari baris dan kolom yang disebut dengan pixel. Bentuk matriks citra digital seperti pada 2.1.

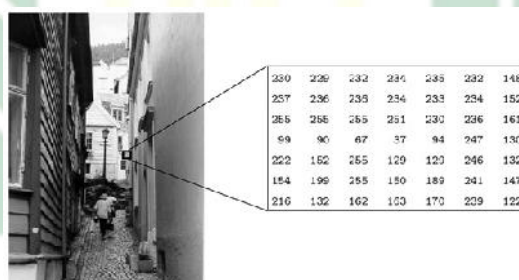
$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{(1,1)} & f_{(1,2)} & \cdots & f_{(1,n-1)} \\ f_{(2,1)} & f_{(2,2)} & \cdots & f_{(2,n-1)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_{(m-1,1)} & f_{(m-1,2)} & \cdots & f_{(m-1,n-1)} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Dari Persamaan 2.1 menunjukkan bahwa $f(x, y)$ merupakan fungsi intensitas yang menggambarkan sebuah citra. Pada setiap titik $f(x, y)$ menunjukkan tingkat keabuan atau nilai warna dari sebuah citra (Andono et al., 2017). Citra digital pada umumnya terbagi menjadi citra RGB (*Red, Green, Blue*) dan *grayscale*.

2.2.1. Citra *Grayscale*

Pada citra *grayscale* (citra keabuan-abuan), merupakan sebuah matriks yang merepresentasikan nilai dari intensitas masing-masing pixel yang memiliki rentang nilai antara 0 sampai 225. Setiap pixel pada *grayscale* memiliki degradasi warna putih dan hitam, pixel bernilai 0 mewakili warna hitam, sedangkan pixel bernilai 225 mewakili warna putih (Maria et al., 2018). Citra *grayscale* diperoleh dari citra RGB yang dihitung menggunakan 2.2 Persamaan (2.2). Contoh citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

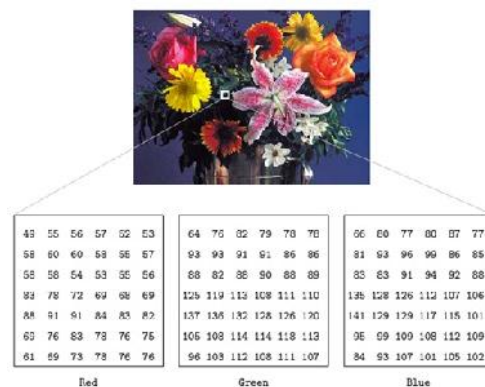
$$gray = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.144 \times B) \quad (2.2)$$



Gambar 2.2 Contoh Citra *Grayscale*

2.2.2. Citra RGB

RGB (*Red, Green, Blue*) merupakan citra yang memiliki 3 warna pada setiap pixelnya dengan rentang nilai antara 0 sampai 225. Ketiga warna tersebut dapat menghasilkan berbagai macam warna lain (Prabowo and Abdullah, 2018). Contoh citra RGB dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Contoh Citra RGB

2.3. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

CLAHE merupakan pengembangan dari metode HE (*Histogram Equalization*) yang memberi perbedaan nilai pixel yang lebih tinggi dalam meningkatkan nilai kontras pada citra dengan cara memperlebar *range* tingkat keabuan dari citra *grayscale* dan memberikan *Clip Limit* atau batas dalam proses tersebut (Saputra et al., 2021). Histogram merupakan grafik yang merepresentasikan nilai keabuan dari suatu citra. Apabila tingkat *grayscale* cenderung cerah maka dikelompokkan ke ujung atas dari suatu grafik, apabila tingkat *grayscale* cenderung gelap maka dikelompokkan ke ujung bawah dari suatu grafik (Parui and Tripathy). Metode CLAHE melakukan perataan histogram pada nilai pixel berdasarkan *region size*. Pada bagian *region size* memiliki daerah yang berbeda-beda, antara lain CR (*Corner Region*) terletak di sudut suatu citra, BR (*Boarder Region*) terletak di tepi suatu citra, dan IR (*Inner Region*) terletak ditengah-tengah suatu citra (Qassim et al., 2019). *Region size* pada CLAHE dapat dilihat pada Gambar 2.4.

CR	BR	BR	CR
BR	IR	IR	BR
BR	IR	IR	BR
CR	BR	BR	CR

Gambar 2.4 Contoh Citra RGB

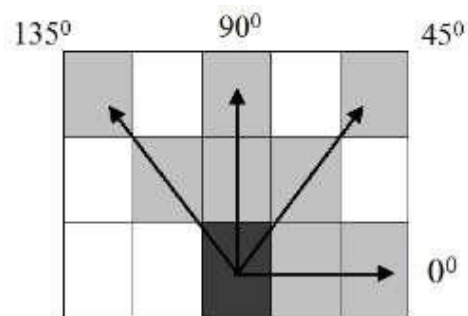
CLAHE juga dapat mencegah *noise* yang dapat mempengaruhi kualitas suatu citra, dengan dilakukan pengurangan bayangan tepi pada citra (Pujiono,2013). Nilai CLAHE diperoleh menggunakan perhitungan dengan Persamaan 2.3.

$$\beta = \frac{M}{N} \left(1 + \frac{\alpha}{100} (S_{max} - 1) \right) \quad (2.3)$$

β merupakan nilai *clip limit*, M merupakan luas dari *region size*, N merupakan nilai dari citra *grayscale* dengan rentang nilai 0 sampai 255, dan α merupakan *clipfactor* yang merepresentasikan penambahan nilai dari batas histogram dengan rentang nilai antara 0 sampai 100.

2.4. Gray Level Run Length Matrix(GLRLM)

GLRLM merupakan suatu metode ekstraksi fitur dengan mencari karakteristik dari suatu citra berdasarkan analisis tekstur. Sudut yang digunakan dalam mencari nilai pixel pada GLRLM yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° (Mu'jizah, 2021b), terlihat pada Gambar 2.5. Nilai *Run Length* menyatakan tingkat dari tekstur yang dimiliki oleh suatu citra pada jarak dan arah sudut tertentu, nilai tersebut akan membedakan fitur dengan tekstur halus dan tekstur kasar.



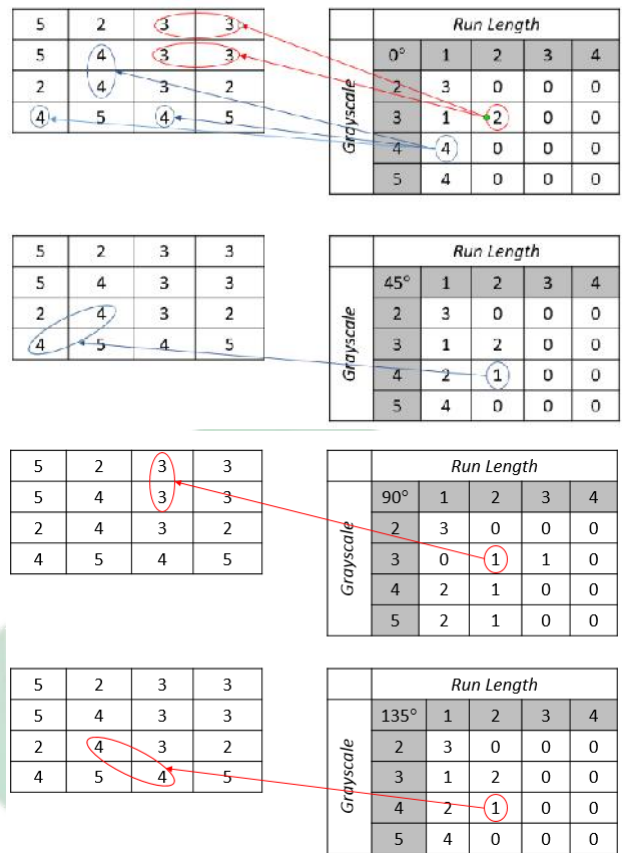
Gambar 2.5 Sudut Orientasi

Untuk membedakan tekstur dari suatu citra, GLRLM memanfaatkan matriks *Run Length* seperti pada Gambar 2.6 perhitungan matriks tersebut dilakukan dengan cara mengamati jumlah pixel yang muncul sepanjang x dan tingkat keabuan y pada sudut tertentu (Novitasari et al., 2019). Hasil perhitungan dari matriks *Run Length* pada setiap sudut dapat dilihat pada Gambar 2.7.

5	2	3	3
5	4	3	3
2	4	3	2
4	5	4	5

Gambar 2.6 Matriks Nilai Citra

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 2.7 Run Length setiap sudut

GLRLM memiliki 11 fitur yang akan dipaparkan pada Persamaan 2.4 hingga Persamaan 2.14.

2.4.1. SRE (Short Run Emphasis)

Pada fitur SRE dipengaruhi oleh banyaknya tekstur yang terdiri atas nilai Short Run pada sudut tertentu. Apabila citra bertekstur kasar maka SRE akan memiliki nilai yang semakin kecil, sedangkan apabila citra bertekstur halus maka SRE akan memiliki nilai yang semakin besar.

$$SRE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x, y)}{y^2} \tag{2.4}$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x, y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.2. LRE (*Long Run Emphasis*)

Pada fitur LRE dipengaruhi oleh banyaknya tekstur yang terdiri atas nilai *Long Run* pada sudut tertentu. Apabila citra bertekstur kasar maka SRE akan memiliki nilai yang semakin besar, sedangkan apabila citra bertekstur halus maka SRE akan memiliki nilai yang semakin kecil.

$$LRE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n y^2 P(x, y) \quad (2.5)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x, y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.3. GLN (*Gray Level Nonuniformity*)

Pada fitur GLN berfungsi untuk menghitung tingkat keabuan pada suatu citra dengan sudut tertentu. GLN akan bernilai semakin kecil jika tingkat keabuan pada setiap pixel memiliki nilai yang sama.

$$GLN = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \left(\sum_{y=1}^n P(x, y) \right)^2 \quad (2.6)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x, y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.4. RLN ((*Run Length Nonuniformity*))

Pada fitur RLN berfungsi untuk menghitung panjang lintasan pada suatu citra dengan sudut tertentu. RLN akan bernilai kecil jika *Run Length* pada setiap memiliki nilai pixel yang sama.

$$RLN = \frac{1}{S} \sum_{y=1}^n \left(\sum_{x=1}^m P(x, y) \right)^2 \quad (2.7)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x, y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.5. RP ((*Run Percentage*))

Pada fitur RP berfungsi untuk menghitung nilai kesamaan dan nilai pembagian Run suatu citra dengan sudut tertentu. RP bernilai besar jika panjang Run memiliki nilai 1 untuk setiap tingkat keabuan.

$$RP = \frac{S}{\sum_{x=1}^m \left(\sum_{y=1}^n yP(x, y) \right)} \quad (2.8)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x, y)$

merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.6. LGRE (*Low Gray-level Run Emphasis*)

Pada fitur LGRE berfungsi untuk menghitung nilai distribusi relatif pada tingkat keabuan rendah. LGRE akan bernilai besar jika tingkat keabuan suatu citra memiliki nilai rendah.

$$LGRE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)}{x^2} \quad (2.9)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.7. HGRE (*High Gray-level Run Emphasis*)

Pada fitur HGRE berfungsi untuk menghitung nilai distribusi pada tingkat keabuan tinggi. HGRE akan bernilai besar jika tingkat keabuan suatu citra memiliki nilai tinggi.

$$HGRE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n i^2 P(x,y) \quad (2.10)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.8. SRLGE (*Short Run Low Gray-level Emphasis*)

Pada fitur SRLGE berfungsi untuk menghitung distribusi relatif dari Short Run dan nilai tingkat keabuan yang rendah. SLRGE akan bernilai besar jika suatu citra memiliki banyak Short Run dengan tingkat keabuan yang lebih rendah.

$$SRLGE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)}{x^2 y^2} \quad (2.11)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.9. SRHGE (*Short Run High Gray-level Emphasis*)

Pada fitur SRHGE berfungsi untuk menghitung distribusi relatif dari Short Run dan nilai tingkat keabuan yang tinggi. SLRGE akan bernilai besar jika suatu citra memiliki banyak Short Run dengan tingkat keabuan yang lebih tinggi.

$$SRHGE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)x^2}{y^2} \quad (2.12)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.10. LRLGE (*Long Run Low Gray-level Emphasis*)

Pada fitur SRHGE berfungsi untuk menghitung distribusi relatif dari *Short Run* dan nilai tingkat keabuan yang tinggi. SLRGE akan bernilai besar jika suatu citra memiliki banyak Short Run dengan tingkat keabuan yang lebih tinggi.

$$LRLGE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)y^2}{x^2} \quad (2.13)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.4.11. LRHGE (*Long Run High Gray-level Emphasis*)

Pada fitur LRHGE berfungsi untuk menghitung distribusi relatif dari *Long Run* dan nilai tingkat keabuan yang tinggi. SLRGE akan bernilai besar jika suatu citra memiliki banyak *Long Run* dengan tingkat keabuan yang lebih tinggi.

$$LRHGE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n P(x,y)x^2y^2 \quad (2.14)$$

x menyatakan baris, y menyatakan kolom, m merupakan jumlah dari derajat keabuan citra, n merupakan jumlah dari pixel berurutan pada citra, $P(x,y)$ merupakan elemen matriks *Run Length*, dan S menyatakan jumlah nilai *Run Length Matrix* pada sudut tertentu.

2.5. *K-fold Cross Validation*

K-fold Cross Validation adalah suatu metode validasi model yang berfungsi untuk menilai akurasi dari hasil analisis, sehingga dapat diketahui bahwa suatu data dari hasil klasifikasi tersebut tidak hanya memiliki akurasi yang tinggi tetapi juga valid (Tempola et al., 2018). Metode ini memiliki teknik untuk mengurangi nilai bias dengan mengambil sampel acak dari data *training* dan juga data *testing*. Dalam proses pembagian dataset akan dilakukan sebanyak jumlah K yang diinginkan, lalu data tersebut akan dipartisi dengan jumlah yang sama. Pada proses *K-fold*, bagian ke- K merupakan bagian dari data *testing*, sedangkan sisanya merupakan bagian dari data *training*. Pada Gambar 2.8 menunjukkan proses pembagian dataset dengan K sebanyak 5.

Testing	Training	Training	Training	Training
Training	Testing	Training	Training	Training
Training	Training	Testing	Training	Training
Training	Training	Training	Testing	Training
Training	Training	Training	Training	Testing

Gambar 2.8 Pembagian Dataset dengan *5-fold*

2.6. *Extreme Learning Machine*

ELM termasuk kedalam metode klasifikasi yang dikembangkan oleh Huang sekitar tahun 2006. ELM merupakan metode jaringan saraf tiruan dengan umpan maju atau *feedforward* yang memiliki satu lapisan tersembunyi atau *Single Hidden Layer Feedforward Neural Network (SLFNs)* (Huang, 2006). Keunggulan yang dimiliki ELM adalah proses *learning* yang tergolong cepat (Foeady, 2019).

Umpan maju (*feedforward*) merupakan suatu kumpulan beberapa lapisan (*Multilayer Network*) yang berfungsi untuk mengenali pola pada suatu citra agar proses klasifikasi bisa mendapatkan hasil yang terbaik (Lu et al., 2020). *Feedforward* memiliki tahapan dalam menentukan bobot terbaik dengan menggunakan fungsi aktivasi, tahapan tersebut dilakukan pada masing-masing *hidden layer* dengan cara menjumlahkan nilai bobotnya dengan menggunakan Persamaan 2.15.

$$S_j = \sum_{i=0}^n \alpha_i w_{ji} \quad (2.15)$$

α_i merupakan nilai input yang diperoleh dari unit ke- i , sedangkan w_{ji} merupakan nilai bobot dari unit i ke unit j , sehingga membentuk $f(S_j)$ dengan menerapkan suatu fungsi aktivasi. Beberapa fungsi aktivasi yang bisa diterapkan dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Fungsi Aktivasi	Rumus
Fungsi Sigmoid	$g(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})}$
Fungsi Sigmoid Bipolar	$g(x) = \frac{1 - e^{-x}}{(1 + e^{-x})}$
Fungsi Sin	$g(x) = \sin(x)$

Gambar 2.9 Fungsi Aktivasi

SLFNs dengan layer tersembunyi (*hidden layer*) sebanyak m , fungsi aktivasi berupa $f(x)$, secara matematis dapat dilihat pada 2.16. Dengan keterangan $j = [1, 2, 3, \dots, m]$, m merupakan banyaknya *hidden layer*, w_{ji} merupakan bobot yang menghubungkan antara input dan *hidden layer*, β_j merupakan bobot yang menghubungkan antara *hidden layer* dan output, $i = [1, 2, 3, \dots, n]$, x_i merupakan

input ke- i , b_j merupakan bias dari hidden layer ke- j , sedangkan \mathbf{Y}

$$\sum_{j=1}^m \beta_j g(z_j) = \sum_{j=1}^m \beta_j g(w_{i,j} \times x_i + b_j) = \mathbf{Y} \quad (2.16)$$

Dari Persamaan 2.16 dapat diubah menjadi Persamaan 2.17

$$\beta \mathbf{H} = \mathbf{Y} \quad (2.17)$$

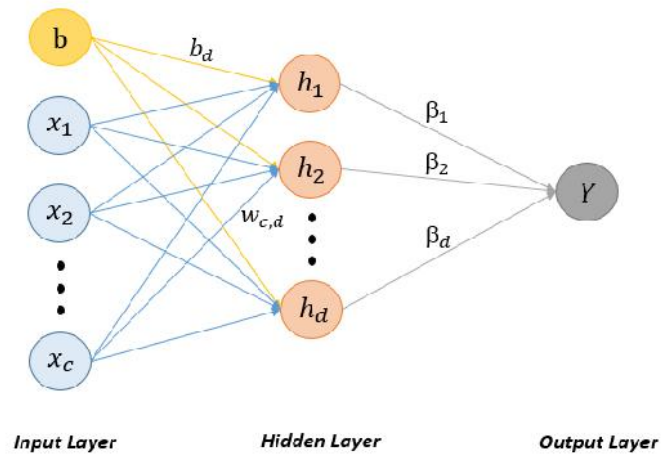
Dengan menggunakan Persamaan (2.18) akan didapatkan sebuah matriks \mathbf{H} berukuran $a \times b$, dengan a merupakan banyaknya input dan b merupakan banyaknya *hidden node* dengan Persamaan 2.18

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} g(w_{1,1} \times x_1 + b_1) & \cdots & g(w_{1,b} \times x_1 + b_b) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ g(w_{a,1} \times x_a + b_a) & \cdots & g(w_{a,b} \times x_a + b_b) \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

Jika matriks H berukuran nn atau hidden layer mempunyai jumlah node dan jumlah yang sama. Apabila matriks H berukuran nm (matriks asimetris) dengan jumlah hidden node kurang dari jumlah data, maka solusi yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan teori *Moore Penrose Generalized Invers*. Persamaan tersebut dapat dilihat pada Persamaan 2.19.

$$\beta = \left((\mathbf{H}^T \mathbf{H})^{-1} \right) \mathbf{Y} = \mathbf{H}^\dagger \mathbf{Y} \quad (2.19)$$

Arsitektur jaringan yang dimiliki oleh ELM dapat dilihat pada Gambar 2.10 (Albadr and Tiun, 2017), jaringan tersebut terdiri atas tiga bagian yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*.



Gambar 2.10 Arsitektur ELM

Dari arsitektur di atas, diketahui terdapat *input layer* sebanyak- c , dan *hidden layer* sebanyak- d . *Input layer* dan *hidden layer* dihubungkan dengan fungsi aktivasi berupa $g(x_c \times w_{c,d} + b_d)$, sehingga dapat diperoleh matriks \mathbf{H} dengan ukuran $c \times d$. Berdasarkan arsitektur tersebut, langkah-langkah pada metode ELM adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi $w_{c,d}$ (bobot) dan b_d (bias) secara random, dengan *hidden node* sebanyak d .
2. Membentuk matriks \mathbf{H} pada data *training* dengan menggunakan [2.18](#).
3. Menghitung nilai output β data *training* menggunakan Persamaan [2.19](#).
4. Mencari matriks \mathbf{H} pada data testing dengan menggunakan $w_{c,d}$ (bobot) dan b_d (bias) yang telah digunakan pada data *training*.
5. Menghitung nilai output data *testing* dengan menggunakan Persamaan [2.17](#)

2.7. Confusion Matrix

Confusion Matrix merupakan metode untuk mengukur akurasi dalam klasifikasi. Metode ini dapat menampilkan nilai akurasi, spesifisitas, dan sensitivitas (Zhang,2020). Untuk memperoleh nilai akurasi, nilai spesifisitas, dan nilai sensitivitas, perlu untuk menemukan *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Positive* (TP) pada *confusion matrix*. *Confusion matrix* dapat dilihat pada Gambar 2.11.

Data Aktual	Hasil Prediksi	
	Positif	Negatif
Positif	TP	FN
Negatif	FP	TN

Gambar 2.11 *Confusion Matrix*

Setelah diperoleh nilai TP, TN, FP dan FN maka langkah selanjutnya mencari nilai dari akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dengan menggunakan Persamaan 2.20, 2.21 dan 2.22.

2.7.1. Akurasi

Akurasi merupakan nilai yang akan digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan dari suatu sistem deteksi atau klasifikasi. Apabila akurasi suatu sistem deteksi bernilai tinggi maka sistem tersebut dapat melakukan proses deteksi dengan baik, sebaliknya apabila akurasi suatu sistem deteksi bernilai rendah maka sistem tersebut dikatakan tidak dapat melakukan proses deteksi dengan baik.

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2.20)$$

2.7.2. Sensitivitas

Sensitivitas merupakan nilai yang merepresentasikan jumlah data bernilai positif yang terdeteksi secara benar dan tergolong dalam kelas positif. Apabila sensitivitas bernilai tinggi maka sistem tersebut dapat melakukan proses deteksi COVID-19 dengan baik.

$$\text{sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.21)$$

2.7.3. Spesifisitas

Spesifisitas merupakan nilai yang merepresentasikan jumlah data bernilai negatif yang terdeteksi secara benar dan tergolong dalam kelas negatif. Apabila spesifisitas bernilai tinggi maka sistem tersebut dapat melakukan proses deteksi normal dengan baik (Luque, 2019).

$$\text{spesifisitas} = \frac{TN}{TN + FP} \quad (2.22)$$

2.8. Integrasi Keislaman

Allah SWT menciptakan manusia sebagai *khairu Ummah* (sebaik-baiknya umat). Seperti yang telah disebutkan dalam Al-Qur'an berikut ini:

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ

Artinya "Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya" (Al-Qur'an Surah At-Tin: 4). Dalam ayat tersebut Khairu Ummah ditujukan kepada seluruh umat manusia. Manusia juga memiliki kelebihan yang tidak dimiliki makhluk lainnya seperti kemampuan memahami dan berfikir.

Allah SWT menciptakan manusia agar selalu beriman serta bertaqwa kepada-Nya. Allah SWT akan memberikan ujian secara berkala kepada hamba-Nya untuk mengetahui tingkat keimanan yang dimiliki hamba-Nya. Seperti yang telah disebutkan dalam ayat Al-Qur'an berikut ini:

الَّذِي خَلَقَ الْمَوْتَ وَالْحَيَاةَ لِيَبْلُوَكُمْ أَيُّكُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا وَهُوَ الْعَزِيزُ الرَّحِيمُ

Artinya "Dialah (Tuhan) yang menjadikan kematian dan kehidupan, untuk menguji kamu, siapakah diantara kamu yang lebih baik amalnya. Dan Dia Maha Perkasa, lagi Maha Pengampun" (Al-Qur'an Surah Al-Mulk: 2). Setiap manusia akan menerima ujian agar mereka selalu mengingat Allah SWT dalam kondisi apapun. Ujian dapat berupa kenikmatan yang diberikan oleh Allah SWT hingga kenikmatan tersebut akan membuat manusia menjadi lalai. Seperti yang disebutkan dalam Hadist berikut ini:

نِعْمَتَانِ مَغْبُورٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ، الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ

Artinya "Ada dua kenikmatan yang banyak manusia tertipu, yaitu nikmat sehat dan waktu luang" (HR. Al-Bukhari: 6412). Kesehatan adalah anugerah yang diberikan oleh Allah SWT kepada manusia yang dapat berupa kesehatan mental maupun fisik (Akbar,2020). Apabila kesehatan tersebut tidak dijaga dengan baik akan menimbulkan penyakit. Penyakit adalah gangguan kesehatan yang terjadi pada anggota tubuh sehingga tubuh tidak dapat bekerja secara optimal (Hidayah et.al., 2020). Penyakit tersebut dapat disembuhkan atas izin Allah SWT, oleh sebab itu sebagai hamba Allah kita harus percaya dan selalu berusaha serta diiringi dengan berdoa kepada Allah SWT. Seperti yang telah disebutkan dalam ayat Al-Qur'an berikut ini:

وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ

Artinya ”Dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan aku” (Al-Qur’an Surah Asy-Syu’ara’: 80). Ayat tersebut menerangkan bahwa Allah SWT yang dapat dan berhak menyembuhkan penyakit yang diderita seseorang. Walaupun begitu, kita sebagai manusia tetap harus berusaha terlebih dahulu untuk mendapatkan kesembuhan itu. Usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit yaitu dengan menjaga kebersihan dan hidup sehat, hal ini sangat disarankan dalam islam.

Penyakit yang sedang menjadi perbincangan akhir-akhir ini adalah COVID-19 yang merupakan suatu virus yang menyerang sistem pernafasan pada manusia. Salah satu upaya untuk mencegah penyebaran COVID-19 yaitu dengan melakukan *Social Distancing* atau menjaga jarak dan isolasi mandiri (Fattah,2021). *Social Distancing* dilakukan agar laju COVID-19 tidak semakin luas. Perintah tersebut seperti dalam sabda Rasulullah berikut ini:

سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: إِذَا سَمِعْتُمْ بِهِ
بِأَرْضٍ فَلَا تَقْدَمُوا عَلَيْهِ وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضٍ وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَخْرُجُوا
فِرَازًا مِنْهُ. (مُتَّفَقٌ عَلَيْهِ أَخْرَجَهُ الْبُخَارِيُّ)

Artinya ”Aku pernah mendengar Rasulullah SAW bersabda: Apabila kamu sekalian mendengar bahwa ada wabah penyakit sedang terjangkit di suatu daerah, maka janganlah kalian datang ke situ, dan apabila wabah penyakit itu telah berjangkit di suatu daerah sedangkan kalian ada di situ maka janganlah kalian keluar dari situ menuju daerah lain” (Hadist Riwayat Bukhari dan Muslim). Makna dari hadis tersebut yaitu dengan menetap di daerah masing-masing atau tidak bepergian ke luar daerah, agar wabah tersebut tidak menyebar ke daerah lain.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan data citra *X-Ray* untuk proses deteksi COVID-19 dengan menggunakan GLRLM dan ELM. Penelitian kali ini tergolong ke dalam penelitian kuantitatif, dikarenakan dalam prosesnya data yang digunakan merupakan data citra *X-ray* yang telah diubah ke dalam bentuk numerik sehingga penelitian dalam penelitian ini terdapat proses perhitungan dan analisis hasil yang telah diperoleh. Penelitian ini juga tergolong ke dalam penelitian terapan, sehingga diharapkan hasil yang diperoleh nantinya dapat membantu tenaga medis dalam penanganan penyakit COVID-19.

3.2. Data Penelitian

Dalam penelitian kali ini menggunakan data berupa citra *X-Ray* sebanyak 1873 data yang diperoleh dari Kaggle, data tersebut memiliki dua kelas yaitu COVID-19 dan Non COVID-19 (normal) dengan ukuran data sebesar 299×299 , sample data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar [3.1](#).



Gambar 3.1 (a) Normal, (b) COVID-19

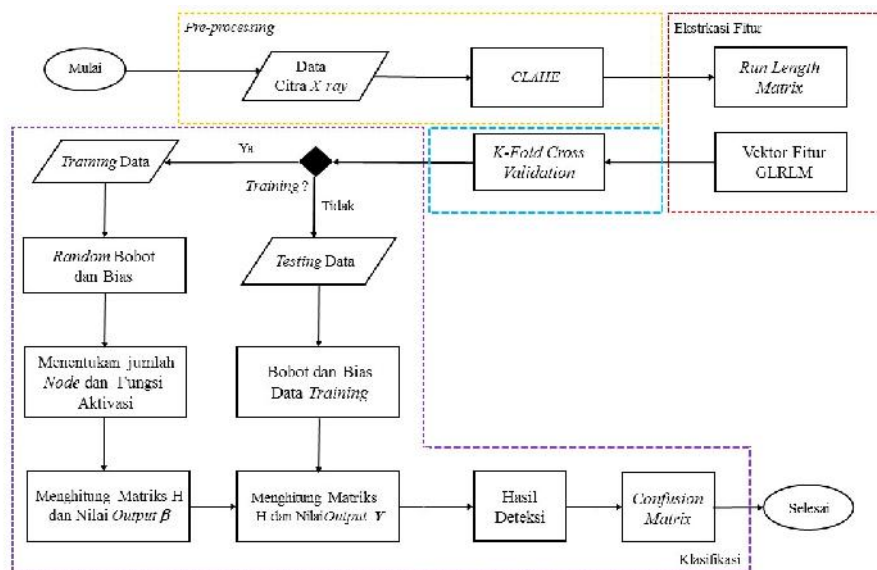
Pada Gambar 3.1 (a) merupakan sampel dari data *X-Ray* normal dan (b) merupakan sampel dari data *X-Ray* COVID-19. Rincian pembagian data dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 3.1 Tabel Data Penelitian

Jenis Data	Format Data	Jumlah Data
COVID-19	PNG	1049
Normal	PNG	824

3.3. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam proses pengolahan data. Tahapan tersebut terdiri dari *pre-processing* data yang digunakan untuk memperbaiki kualitas suatu data. Setelah tahap *pre-processing*, data akan diolah dengan menggunakan metode ekstraksi fitur, kemudian data akan diklasifikasi dengan menggunakan ELM. Tahapan atau langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.2, langkah-langkah klasifikasi COVID-19 dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Tahap pertama yaitu input data. Data penelitian berupa citra X-Ray COVID-19 yang diperoleh dari Kaggle.
2. Tahap kedua yaitu *pre-processing* data, yaitu memperbaiki kualitas citra yang telah diperoleh. Pada tahap ini menggunakan metode CLAHE seperti pada Persamaan 2.3.
3. Tahap ketiga yaitu ekstraksi fitur, tahap ini berfungsi untuk mencari fitur-fitur yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Ekstraksi fitur pada tahap ini menggunakan ekstraksi fitur GLRLM, dengan membentuk matriks *Run Length* dan menggunakan empat sudut orientasi yang akan dijadikan sebagai uji coba dalam penelitian ini. Perhitungan yang dilakukan pada GLRLM menggunakan Persamaan 2.4 sampai 2.14.

4. Tahap keempat yaitu klasifikasi. Langkah-langkah yang akan dilakukan akan dijelaskan sebagai berikut:

(a) Langkah pertama yaitu pembagian data. Data citra X-ray COVID-19 akan dibagi menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Data tersebut akan dibagi ke dalam data *training* dan *testing*. Nilai *K* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10, 15 dan 20.

(b) Langkah kedua yaitu proses deteksi dengan menggunakan ELM. Dalam penelitian ini jumlah node yang digunakan yaitu sebanyak input node dan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.

i. Proses *Training*

- A. Inisialisasi secara random nilai bobot serta nilai bias.
- B. Mencari matriks *H* menggunakan Persamaan 2.18 dan fungsi aktivasi.
- C. Menghitung nilai keluaran β dengan menggunakan Persamaan 2.19

ii. Proses testing

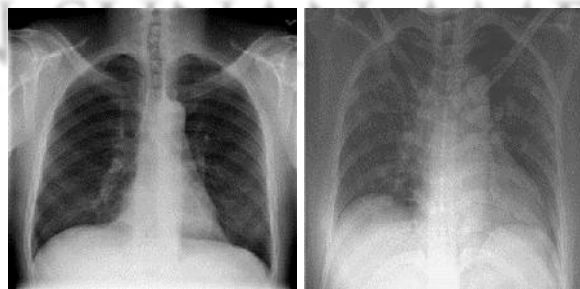
- A. Menggunakan bobot dan bias yang sama seperti pada proses training.
- B. Mencari matriks *H* dengan menggunakan Persamaan 2.18
- C. Mencari nilai keluaran *Y* dengan menggunakan Persamaan 2.17
- D. Uji model dengan menggunakan metode *Confusion Matrix* untuk mendapatkan nilai akurasi metode yang digunakan dalam penelitian dengan Persamaan 2.20 hingga Persamaan 2.22

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Pre-processing*

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mendiagnosis citra *X-Ray* COVID-19 menggunakan suatu metode klasifikasi yaitu ELM. Penelitian ini menggunakan data sebanyak 1873 data berukuran 299 x 299 pixel dengan format PNG. Data tersebut terdiri dari dua kelas yaitu kelas COVID-19 sebanyak 1049 data dan Non COVID-19 (normal) sebanyak 824 data. 4.1 menunjukkan sampel data citra *X-Ray* COVID-19. Pre-processing data diperlukan untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra, karena pada data citra *X-Ray* yang digunakan memiliki nilai intensitas yang bervariasi sehingga data tersebut memiliki nilai kontras yang lemah. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki nilai kontras yaitu CLAHE.



Gambar 4.1 Sampel data Citra Normal dan COVID-19

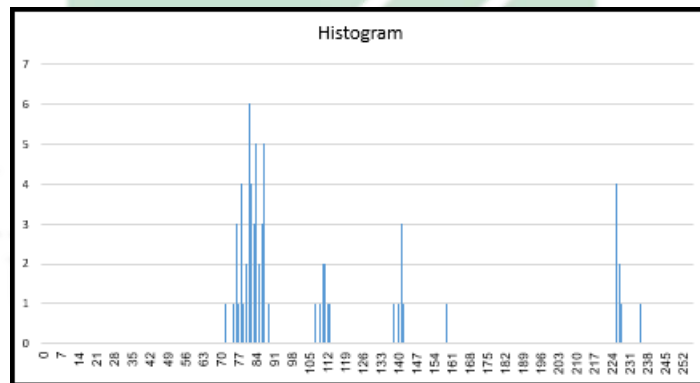
$$\begin{array}{l}
 \text{Normal} = \begin{bmatrix} 224 & 224 & 224 & \cdots & 8 & 8 & 8 \\ 184 & 184 & 184 & \cdots & 1 & 1 & 2 \\ 175 & 176 & 176 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 8 & 8 & 8 \\ 3 & 2 & 3 & \cdots & 10 & 11 & 11 \\ 10 & 8 & 9 & \cdots & 13 & 14 & 14 \end{bmatrix} \\
 \\
 \text{COVID - 19} = \begin{bmatrix} 235 & 228 & 226 & \cdots & 226 & 225 & 227 \\ 159 & 110 & 107 & \cdots & 110 & 1111 & 110 \\ 138 & 78 & 72 & \cdots & 75 & 78 & 76 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 154 & 1113 & 93 & \cdots & 103 & 99 & 96 \\ 151 & 100 & 90 & \cdots & 103 & 99 & 97 \\ 148 & 97 & 91 & \cdots & 102 & 98 & 95 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

4.1.1. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

CLAHE adalah suatu teknik yang digunakan untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra dengan cara meningkatkan nilai kontras dan mempertajam citra, karena tingkat kecerahan pada suatu citra mempengaruhi proses klasifikasi. Proses pada metode CLAHE yaitu dengan membentuk suatu *Region Size*, dan memberikan nilai batas (*Clip Limit*) pada histogram. Langkah awal untuk mencari nilai (*Clip Limit*) yaitu dengan membagi citra ke dalam beberapa *Region* atau blok dengan ukuran 8×8 . Pembagian blok pada citra dapat dilihat pada Gambar [4.2](#).

235	228	226	226	226	227	227	226	226	227	227	226	227	226	227	228	...	224	224	223	223	223	223	224	227	227	228	227	228	228	226	225	227		
159	110	107	113	111	109	110	111	113	111	110	111	110	111	109	111	...	95	95	94	97	106	110	110	110	109	113	116	113	110	110	111	110		
138	78	72	81	79	75	77	78	79	77	78	80	78	78	77	78	...	59	62	67	72	80	82	80	77	76	78	78	75	73	75	78	76		
141	81	76	86	83	80	80	82	83	83	83	83	83	81	81	82	...	74	77	81	82	86	87	82	78	79	81	78	75	75	77	78	77		
141	81	78	87	84	82	83	84	85	85	84	83	84	82	82	83	...	83	84	83	83	86	86	81	77	79	80	78	77	78	78	77	78		
142	83	78	87	85	82	84	87	85	84	83	83	83	82	83	83	...	81	80	80	81	84	84	80	78	79	78	76	76	77	78	79	80		
141	81	76	86	87	84	82	86	84	83	83	83	82	82	83	83	...	82	81	80	83	83	82	80	78	78	76	76	76	77	78	77	79		
140	81	76	87	89	85	81	84	83	81	79	78	81	84	82	83	...	89	87	82	82	84	83	79	77	79	75	77	77	77	77	78	81		
141	83	76	86	89	88	83	90	92	89	87	84	78	79	84	82	...	89	86	82	82	84	80	75	77	80	75	75	74	74	75	76	76		
142	83	76	86	90	89	84	144	182	193	193	180	142	89	81	82	...	82	80	81	81	80	79	79	78	80	75	76	76	74	74	75	75		
143	83	76	85	89	88	86	184	240	227	221	235	218	134	80	80	...	78	78	80	79	79	80	79	78	78	77	77	76	74	74	75	75		
142	84	78	85	87	87	89	195	240	170	135	192	253	184	84	77	...	77	78	80	80	79	79	77	76	77	79	77	77	78	78	77	77		
142	85	78	84	84	85	89	195	233	129	62	136	249	192	84	77	...	78	78	81	81	80	78	77	79	80	81	80	81	82	80	78	78		
143	86	76	82	83	82	87	193	237	160	122	181	236	149	80	79	...	79	78	82	79	80	79	80	82	83	84	84	83	79	77	78	78		
144	87	77	82	81	82	89	190	247	241	240	243	196	92	78	83	...	81	80	83	81	83	87	89	90	88	83	81	79	75	72	71	71		
144	86	77	82	82	81	88	191	243	212	198	227	230	143	80	81	...	79	81	86	87	88	89	86	82	78	74	72	73	72	71	71	71		
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	...	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
162	111	102	106	106	106	108	108	110	118	123	124	128	130	134	136	...	128	127	123	120	119	119	118	115	113	111	109	108	108	107	106	105		
161	111	102	105	104	105	107	108	108	115	122	125	127	129	133	136	...	127	125	124	121	118	118	117	114	113	111	109	108	108	106	104	104		
162	111	102	104	102	104	106	105	108	116	121	123	127	131	134	135	...	126	126	125	124	120	119	118	116	114	110	109	107	107	106	103	102		
160	108	101	104	103	103	105	105	107	115	120	123	128	129	132	133	...	126	126	124	122	121	121	119	115	113	110	109	108	107	105	102	101		
160	108	100	103	102	102	104	104	106	114	119	122	127	128	130	132	...	127	125	123	122	121	119	118	116	114	111	109	107	105	104	101	99		
158	106	98	102	102	102	103	102	104	114	119	122	125	126	128	130	...	127	125	122	122	120	118	117	116	114	112	111	107	104	104	102	99		
157	104	95	101	102	102	102	102	105	114	119	121	123	124	127	128	...	125	124	123	122	121	118	117	116	114	112	111	107	104	104	102	100		
158	104	95	101	101	101	102	102	104	115	120	121	123	124	127	128	...	124	123	124	122	120	118	116	116	113	111	110	106	104	103	102	100		
156	104	96	101	101	101	102	102	105	113	119	122	124	123	128	128	...	124	124	122	120	120	119	117	113	112	111	110	106	104	102	101	101		
156	103	95	100	99	100	101	102	106	113	118	120	122	122	125	125	...	124	122	121	119	118	118	116	114	113	111	109	107	104	102	101	100		
155	101	93	98	98	99	100	100	104	113	118	120	122	122	123	122	...	125	122	121	119	117	115	114	113	111	110	109	106	103	102	100	98		
153	100	94	97	96	98	99	99	103	112	117	119	121	121	122	121	...	124	122	120	119	118	116	115	113	110	110	106	103	102	100	97	97		
154	100	94	98	96	97	99	98	102	110	116	120	120	121	122	120	...	124	122	119	119	118	117	115	113	110	110	109	105	103	102	99	96		
154	101	93	96	95	97	98	98	102	109	115	118	119	120	120	120	...	123	121	119	117	116	115	114	111	110	108	108	105	104	103	99	96		
151	100	90	94	95	96	97	97	103	109	113	115	117	118	119	123	...	122	120	119	117	114	114	113	110	108	107	107	105	104	103	99	97		
148	97	91	95	94	96	95	97	104	108	111	116	118	118	118	124	...	122	121	119	116	116	115	112	108	106	106	105	104	104	102	98	95		

Gambar 4.2 Contoh Pembagian Blok Pada Citra COVID-19



Gambar 4.3 Contoh Histogram Pada Blok Citra COVID-19

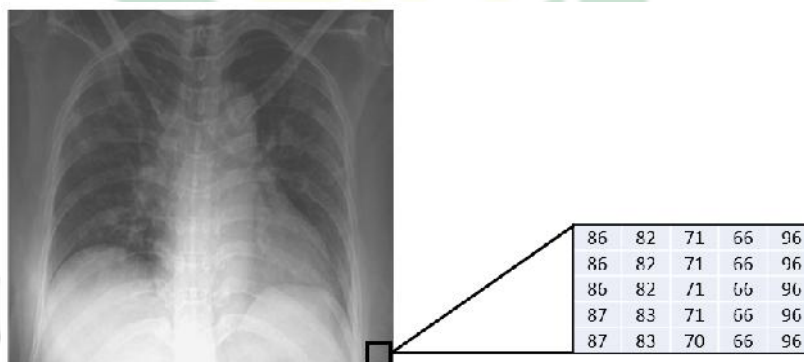
Setelah pembagian blok dengan ukuran 8×8 menghasilkan blok dengan ukuran 38×38 . Selanjutnya yaitu menghitung nilai (*Clip Limit*) diketahui luas blok atau *Region Size* (M) yaitu $8 \times 8 = 64$, N yaitu $256 \div 38 = 6$, $\alpha = 2$ dan $S_{max} = 100$. Proses perhitungan untuk mencari nilai (*Clip Limit*) seperti berikut

ini:

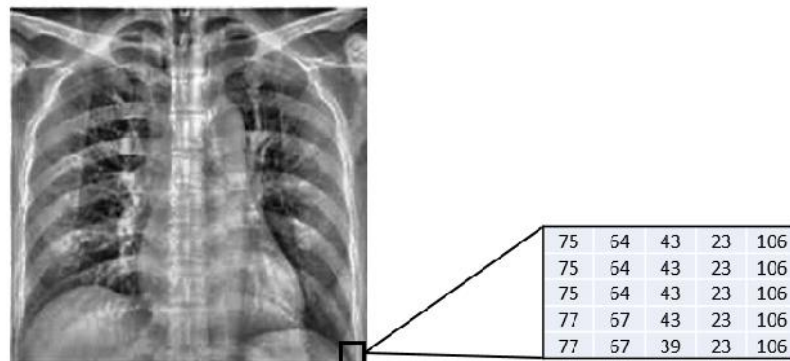
$$\begin{aligned}\beta &= \frac{M}{N} \left(1 + \frac{\alpha}{100} (S_{max} - 1) \right) \\ &= \frac{64}{6} \left(1 + \frac{2}{100} (100 - 1) \right) \\ &= 32\end{aligned}$$

Dari proses tersebut dihasilkan nilai $\beta = 32$. nilai tersebut digunakan untuk memberikan batas pada histogram citra, apabila dalam suatu blok memiliki nilai histogram yang lebih besar dari nilai (*Clip Limit*) maka nilai histogram yang melebihi tersebut akan didistribusikan ke blok tetangganya.

Sampel data sebelum dan setelah proses CLAHE citra *X-Ray* COVID-19 dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.

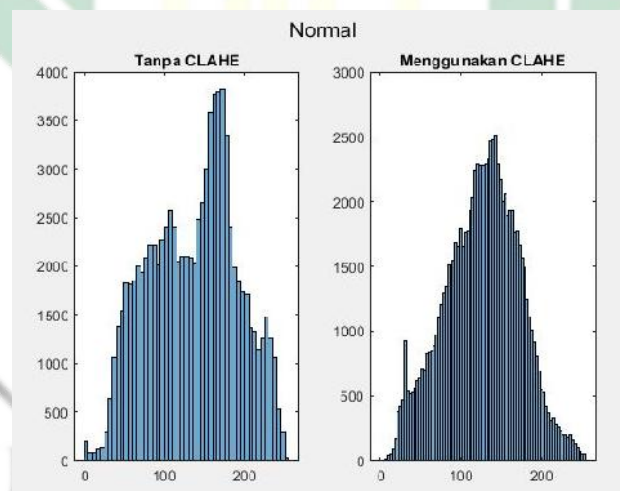


Gambar 4.4 Contoh Citra COVID-19 Sebelum Proses CLAHE



Gambar 4.5 Contoh Citra COVID-19 Setelah Proses CLAHE

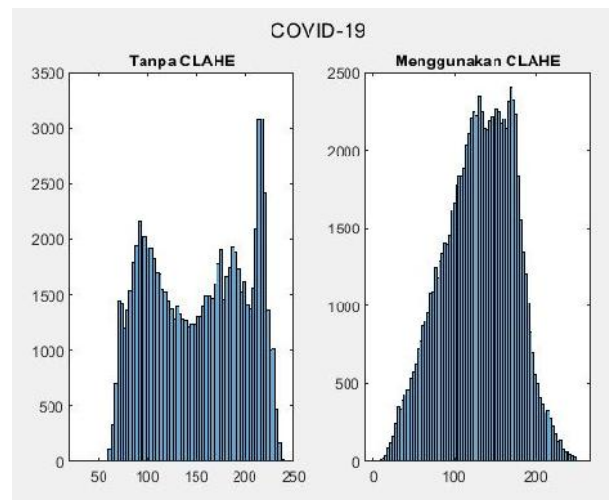
Perbandingan histogram pada citra normal dan citra *X-Ray* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Perbandingan Histogram Data Normal Sebelum dan Setelah Proses CLAHE

Pada Gambar 4.6 merupakan perbandingan histogram data citra normal sebelum dan sesudah proses CLAHE, terlihat dari gambar tersebut citra normal setelah proses CLAHE memiliki histogram yang lebih merata jika dibandingkan dengan sebelum proses CLAHE. Sebelum dilakukan proses CLAHE data citra normal memiliki nilai rata-rata 145.2613, setelah proses CLAHE memiliki

rata-rata 124.2296.



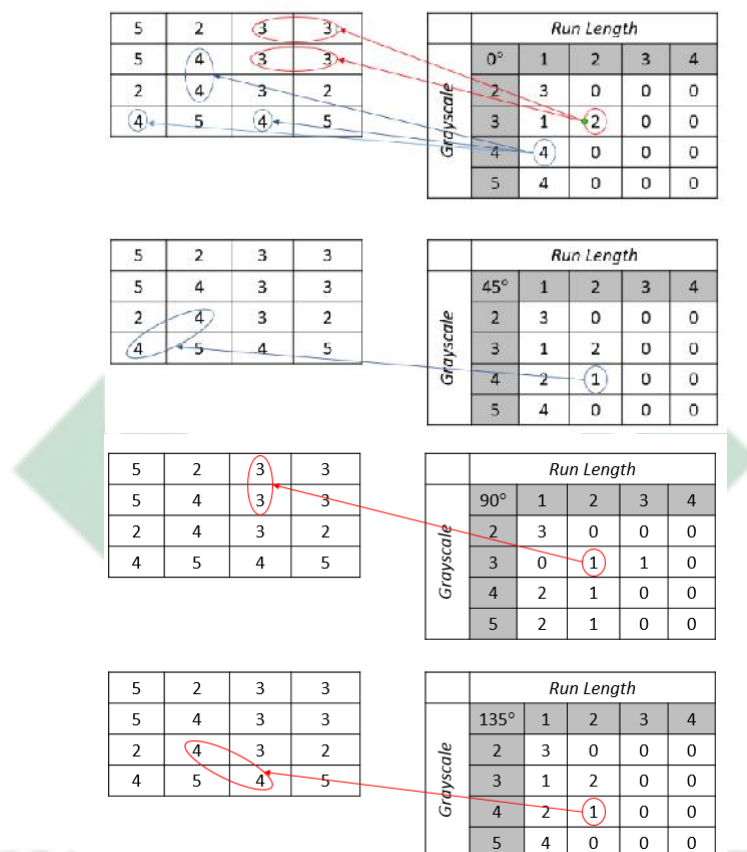
Gambar 4.7 Perbandingan Histogram Data COVID-19 Sebelum dan Setelah Proses CLAHE

Pada Gambar 4.7 merupakan perbandingan histogram data citra COVID-19 sebelum dan sesudah proses CLAHE, terlihat dari gambar tersebut citra COVID-19 setelah proses CLAHE memiliki histogram yang lebih merata jika dibandingkan dengan sebelum proses CLAHE. Sebelum dilakukan proses CLAHE data citra COVID-19 memiliki nilai rata-rata 150.6405, setelah proses CLAHE memiliki rata-rata 129.9261.

4.2. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur digunakan untuk mendapatkan nilai fitur yang ada dalam suatu citra. Fitur tersebut merepresentasikan ciri-ciri karakteristik dari citra yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Proses ekstraksi fitur dalam penelitian ini menggunakan metode GLRLM. GLRLM adalah suatu metode ekstraksi fitur berdasarkan analisis tekstur yang menggunakan matriks *Run Length*. Matriks *Run Length* merupakan suatu matriks yang berukuran sepanjang *Run* dari nilai *grayscale* pada sudut orientasi tertentu. Sudut orientasi yang digunakan

dalam penelitian ini adalah 0° , 45° , 90° dan 135° , sehingga *output* yang dihasilkan yaitu sejumlah empat matriks *Run Length*. Cara membentuk matriks *Run Length* dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:



Gambar 4.8 Run Length setiap sudut

Berdasarkan Gambar 4.8 matriks sebelah kiri merupakan sampel matriks dari suatu citra, sedangkan matriks sebelah kanan merupakan matriks *Run Length* pada sudut tertentu. pada matriks *Run Length* diketahui bahwa baris pada matriks tersebut menyatakan nilai dari nilai *grayscale* sedangkan kolom pada matriks tersebut menyatakan jumlah *Run Length*. Pada sudut 0° mengarah dari kiri ke kanan, sudut 45° mengarah dari kiri ke kanan atas, sudut 90° mengarah dari bawah ke atas, dan sudut 135° mengarah dari kanan ke kiri atas. Pada sudut 0° dapat

diketahui pada matriks sebelah kiri pixel yang bernilai 3 dengan *Run Length 2* yaitu sebanyak 2. Nilai 2 akan dimasukkan ke dalam matriks *Run Length* sebelah kanan. Sampel matriks *Run Length* pada sudut orientasi 0° dapat dilihat dibawah ini:

$$RunLength0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 4 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan matriks *Run Length*, tahap selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan ekstraksi fitur menggunakan Persamaan 2.4 sampai Persamaan 2.14. Proses perhitungan untuk mencari 11 fitur-fitur dengan menghitung nilai S terlebih dahulu:

$$S = (1 + 0 + 0 + \cdots + 0) + (1 + 0 + 0 + \cdots + 0) + \cdots + (2 + 0 + 0 + \cdots + 0) \\ = 79904$$

$$SRE = \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)}{y^2} \\ = \frac{1}{79904} \left[\left(\frac{1}{1^2} + \frac{0}{2^2} + \cdots + \frac{0}{299^2} \right) + \left(\frac{0}{1^2} + \frac{0}{2^2} + \cdots + \frac{0}{299^2} \right) + \cdots \right. \\ \left. + \left(\frac{2}{1^2} + \frac{0}{2^2} + \cdots + \frac{0}{299^2} \right) \right] \\ = 0.000339574$$

$$\begin{aligned}
LRE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n y^2 P(x, y) \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left((1^2 \times 1) + (2^2 \times 0) + \dots + (299^2 \times 0) \right) + \left((1^2 \times 0) + (2^2 \times 0) \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \dots + (299^2 \times 0) \right) + \left((1^2 \times 2) + (2^2 \times 0) + \dots + (299^2 \times 0) \right) \right] \\
&= 16931.31237
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
RLN &= \frac{1}{S} \sum_{y=1}^n \left(\sum_{x=1}^m P(x, y) \right)^2 \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left(1 + 0 + \dots + 2 \right)^2 + \left(0 + 0 + \dots + 0 \right)^2 + \dots + \left(0 + 0 + \dots \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + 0 \right)^2 \right] \\
&= 71110.74904
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
GLN &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \left(\sum_{y=1}^n P(x, y) \right)^2 \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left(1 + 0 + \dots + 0 \right)^2 + \left(0 + 0 + \dots + 0 \right)^2 + \dots + \left(2 + 0 + \dots \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + 0 \right)^2 \right] \\
&= 425.8035612
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RP &= \frac{S}{\sum_{x=1}^m \left(\sum_{y=1}^n yP(x, y) \right)} \\
 &= \frac{79904}{\left[\left((1 \times 1) + (2 \times 0) + \dots + (299 \times 0) \right) + \left((1 \times 0) + \dots + (299 \times 0) \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left((1 \times 2) + (2 \times 0) + \dots + (299 \times 0) \right) \right]} \\
 &= 1.034153
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LGRE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x, y)}{x^2} \\
 &= \frac{1}{79904} \left[\left(\frac{1}{1^2} + \frac{0}{1^2} + \dots + \frac{0}{1^2} \right) + \left(\frac{0}{2^2} + \frac{0}{2^2} + \dots + \frac{0}{2^2} \right) + \dots + \right. \\
 &\quad \left. \left(\frac{2}{299^2} + \frac{0}{299^2} + \dots + \frac{0}{299^2} \right) \right] \\
 &= 0.959684921
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 HGRE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n i^2 P(x, y) \\
 &= \frac{1}{79904} \left[\left((1^2 \times 1) + (1^2 \times 0) + \dots + (1^2 \times 0) \right) + \left((2^2 \times 0) + (2^2 \times 0) \right) \right. \\
 &\quad \left. + \dots + (2^2 \times 0) \right) + \left((255^2 \times 2) + (255^2 \times 0) + \dots + (255^2 \times 0) \right) \left. \right] \\
 &= 5.057730599
 \end{aligned}$$

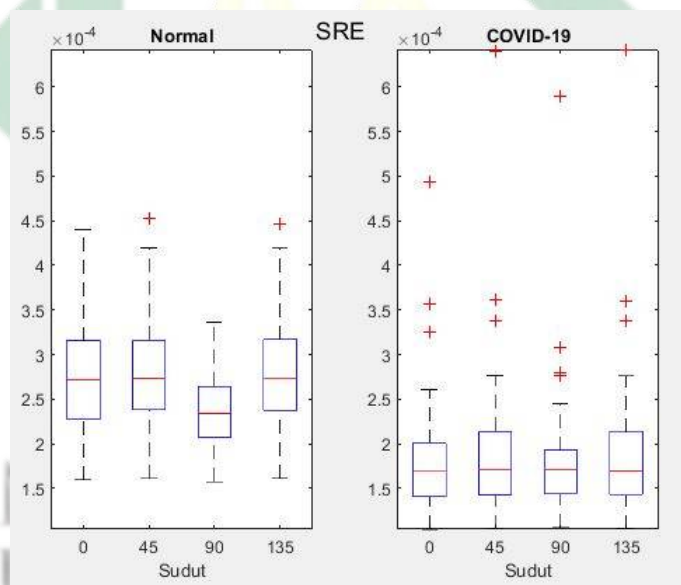
$$\begin{aligned}
SRLGE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)}{x^2 y^2} \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left(\frac{1}{1^2 \times 1^2} + \frac{0}{1^2 \times 2^2} + \dots + \frac{0}{1^2 \times 299^2} \right) + \left(\frac{0}{2^2 \times 1^2} + \frac{0}{2^2 \times 2^2} + \dots \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{0}{2^2 \times 299^2} \right) + \dots + \left(\frac{2}{255^2 \times 1^2} + \frac{0}{255^2 \times 2^2} + \dots + \frac{0}{255^2 \times 299^2} \right) \right] \\
&= 0.000309111
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SRHGE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)x^2}{y^2} \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left(\frac{1 \times 1^2}{1^2} + \frac{0 \times 1^2}{2^2} + \dots + \frac{0 \times 1^2}{299^2} \right) + \left(\frac{0 \times 2^2}{1^2} + \frac{0 \times 2^2}{2^2} + \dots \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{0 \times 2^2}{299^2} \right) + \dots + \left(\frac{2 \times 255^2}{1^2} + \frac{0 \times 255^2}{2^2} + \dots + \frac{0 \times 255^2}{299^2} \right) \right] \\
&= 0.007950278
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
LRLGE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \frac{P(x,y)y^2}{x^2} \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left(\frac{1 \times 1^2}{1^2} + \frac{0 \times 2^2}{1^2} + \dots + \frac{0 \times 299^2}{1^2} \right) + \left(\frac{0 \times 1^2}{2^2} + \frac{0 \times 2^2}{2^2} + \dots \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{0 \times 299^2}{2^2} \right) + \dots + \left(\frac{2 \times 1^2}{255^2} + \frac{0 \times 2^2}{255^2} + \dots + \frac{0 \times 299^2}{255^2} \right) \right] \\
&= 16447.67216
\end{aligned}$$

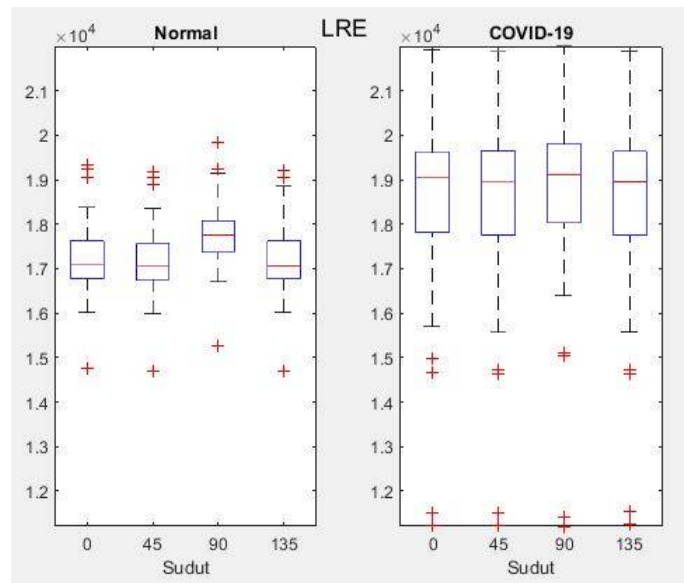
$$\begin{aligned}
LRHGE &= \frac{1}{S} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n P(x, y) x^2 y^2 \\
&= \frac{1}{79904} \left[\left((1 \times 1^2 \times 1^2) + ((0 \times 1^2 \times 2^2) + \dots + ((0 \times 1^2 \times 299^2) \right) \right. \\
&\quad + \left((0 \times 2^2 \times 1^2) + ((0 \times 2^2 \times 2^2) + \dots + ((0 \times 2^2 \times 299^2) \right) + \\
&\quad \left. \left((2 \times 255^2 \times 1^2) + ((0 \times 255^2 \times 2^2) + \dots + ((0 \times 255^2 \times 299^2) \right) \right) \right] \\
&= 21096.97985
\end{aligned}$$

Perbandingan fitur-fitur pada data citra normal dan citra *X-Ray* COVID-19 dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai 4.19.



Gambar 4.9 Nilai SRE

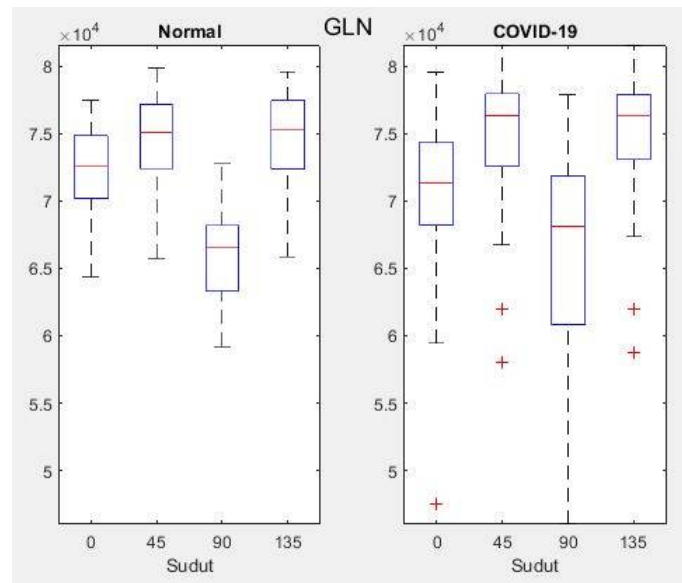
Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa data citra normal memiliki rentang angka yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan data citra COVID-19, semakin kecil nilai SRE maka tekstur dari suatu data semakin kasar. Hal tersebut menandakan bahwa citra COVID-19 memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan citra normal.



Gambar 4.10 Nilai LRE

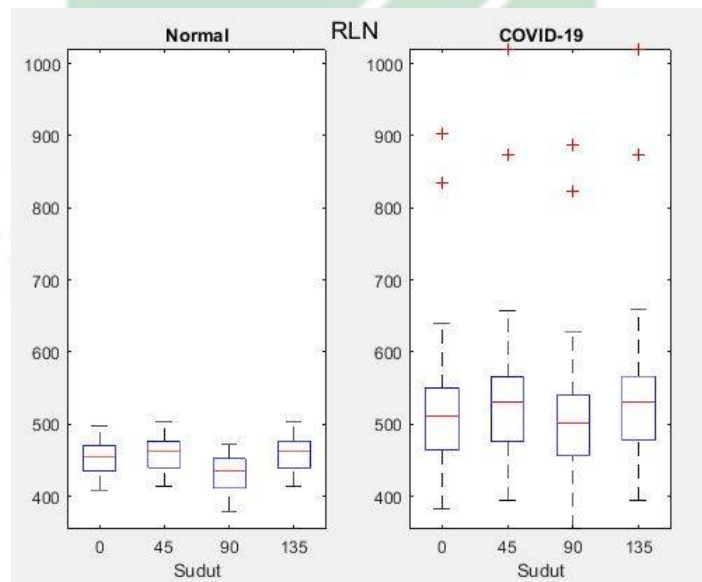
Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa data citra COVID-19 memiliki rentang angka yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan data citra normal, semakin kecil nilai LRE maka tekstur dari suatu data semakin halus. Hal tersebut menandakan bahwa citra normal memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan citra COVID-19.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4.11 Nilai GLN

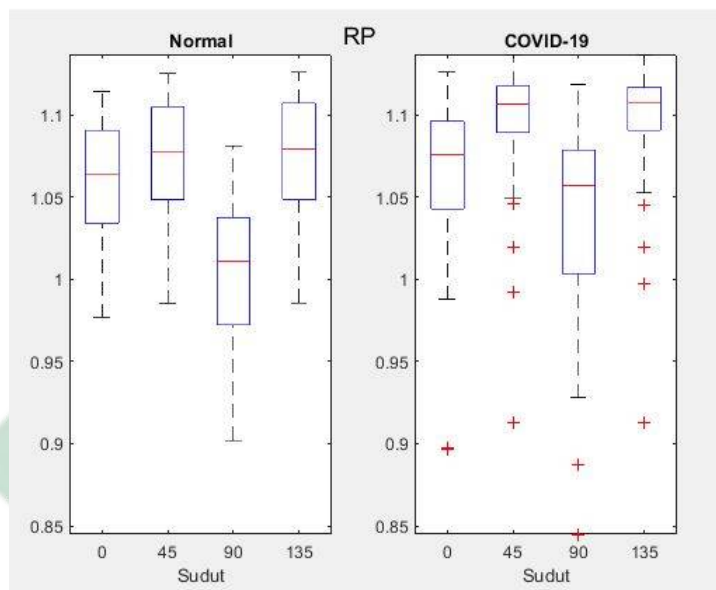
Berdasarkan Gambar [4.11](#) dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur GLN, diketahui bahwa data citra normal dan citra COVID-19 pada sudut 0° , 45° dan 135° memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 90° .



Gambar 4.12 Nilai RLN

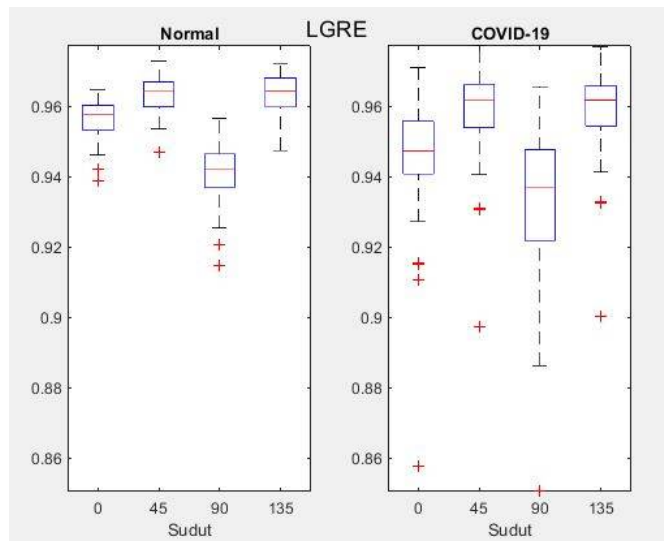
Berdasarkan Gambar [4.12](#) dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur

RLN, diketahui bahwa data citra normal memiliki rentang nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan citra COVID-19. Pada sudut 0° , 45° dan 135° pada citra normal dan citra COVID-19 memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 90° .



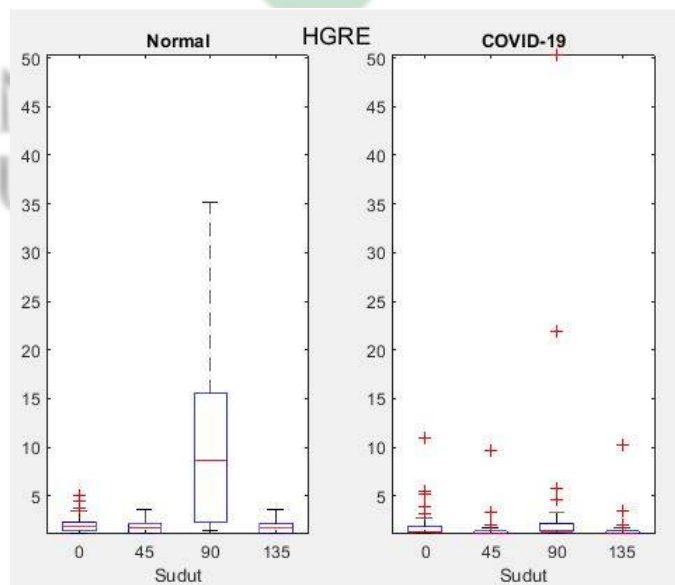
Gambar 4.13 Nilai RP

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur RP, diketahui bahwa data citra normal dan citra COVID-19 memiliki rentang nilai yang reatif sama tetapi median pada citra COVID-19 lebih tinggi dari citra normal. Pada sudut 0° , 45° dan 135° memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 90° .



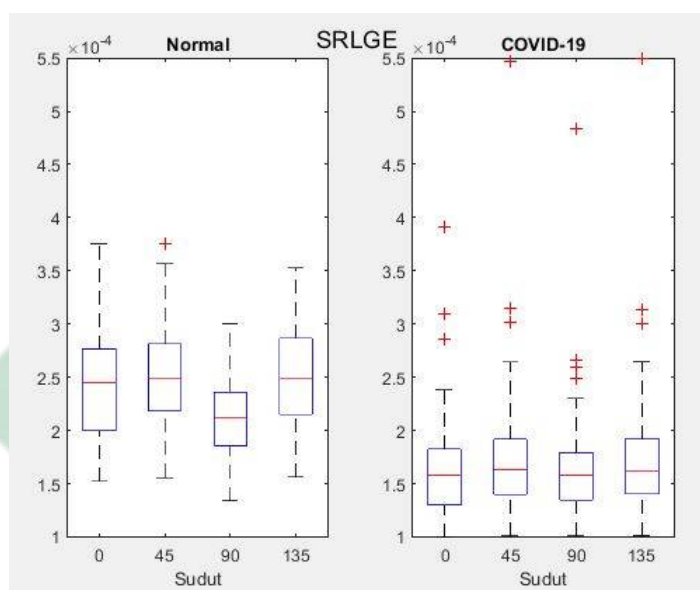
Gambar 4.14 Nilai LGRE

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur LGRE, diketahui bahwa data citra COVID-19 memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra normal dan memiliki nilai median yang relatif sama. pada sudut 0° , 45° dan 135° memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 90° .



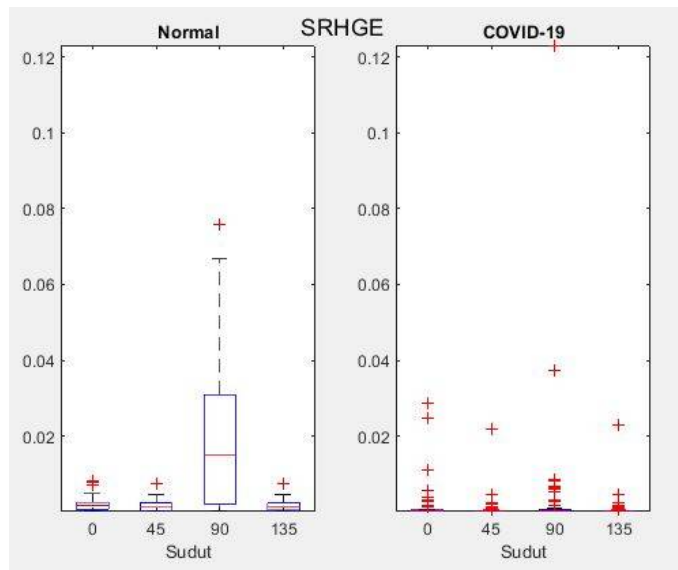
Gambar 4.15 Nilai HGRE

Berdasarkan Gambar 4.15 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur HGRE, diketahui bahwa data citra normal memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra COVID-19. Pada citra normal dengan sudut 90° memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 0° , 45° dan 135° .



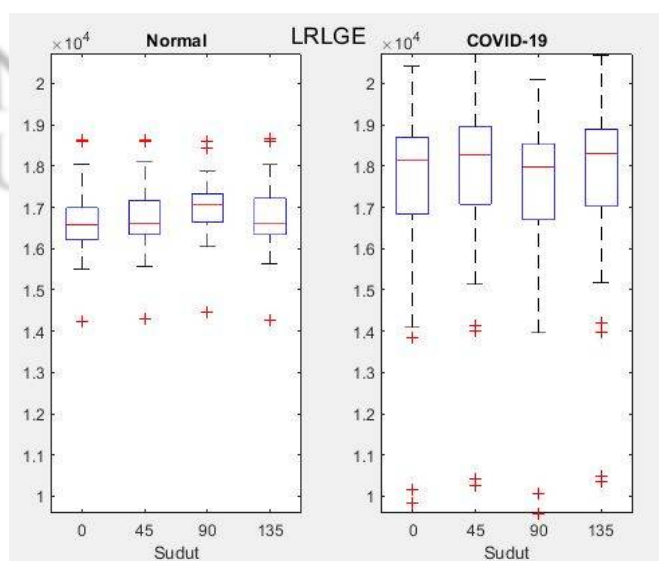
Gambar 4.16 Nilai SRLGE

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur SRLGE, diketahui bahwa data citra normal memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra COVID-19. Pada citra COVID-19 setiap sudutnya memiliki rentang nilai yang relatif sama dan lebih rendah jika dibandingkan dengan citra normal.



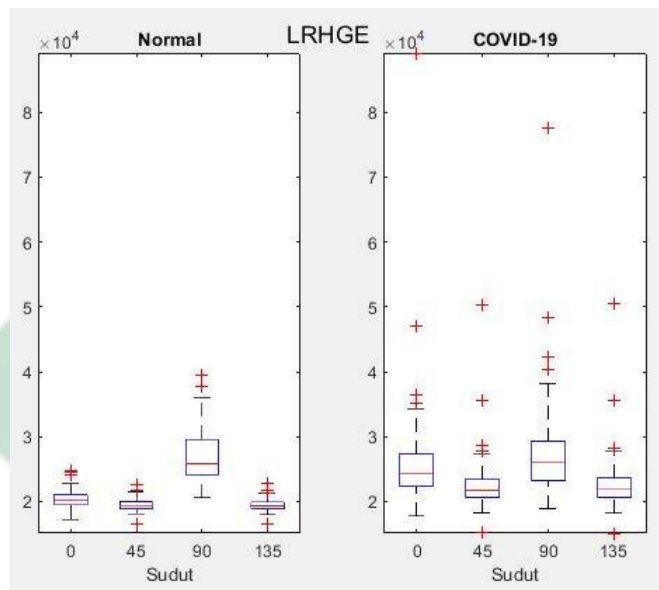
Gambar 4.17 Nilai SRHGE

Berdasarkan Gambar 4.17 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur SRHGE, diketahui bahwa data citra normal memiliki rentang nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra COVID-19. Pada citra normal dengan sudut 90° memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 0° , 45° dan 135° .



Gambar 4.18 Nilai LRLGE

Berdasarkan Gambar 4.18 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur LRLGE, diketahui bahwa data citra COVID-19 memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra normal. Pada citra COVID-19 setiap sudutnya memiliki rentang nilai yang relatif sama dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra normal.



Gambar 4.19 Nilai LRLGE

Berdasarkan Gambar 4.19 dapat terlihat rentang sebaran data pada fitur LRLGE, diketahui bahwa data citra COVID-19 memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra normal. Pada sudut 90° baik pada citra normal maupun citra COVID-19 memiliki rentang nilai dan median yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sudut 0°, 45° dan 135°.

Sampel fitur-fitur GLRLM pada masing-masing sudut orientasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 hingga Tabel 4.4.

Tabel 4.1 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 0°

0°	SRE	LRE	RLN	GLN	RP	LGRE	HGRE	SRLGE	SRHGE	LRLGE	LRHGE	Kelas
0	0.00034	16931.31	71110.75	425.8036	1.034153	0.959685	5.057731	0.000309	0.00795	16447.67	21096.98	normal
0	0.000272	17271.74	67898.68	431.2828	1.021116	0.946204	2.348944	0.000231	0.002518	16606.78	21082.47	normal
0	0.000233	17285.25	74195.88	471.6963	1.08672	0.95738	1.425915	0.000218	0.000708	16684.24	20339.35	normal
0	0.000232	16360.05	68632.55	447.4275	1.050482	0.940039	1.596187	0.000213	0.000439	15536.96	21636.01	normal
0	0.000242	17186.4	69627.74	433.7946	1.031451	0.952272	2.404423	0.000206	0.002651	16635.85	20292.68	normal
1	0.000216	19373.68	61609.57	563.5237	1.005246	0.915123	1.975719	0.000196	0.00131	17429.09	36420.13	COVID-19
1	0.000191	21925.44	66647.69	400.2515	1.033602	0.934781	1.929613	0.000176	0.000796	20389.48	47138.42	COVID-19
1	0.000171	20151.43	57857.74	417.3063	0.925057	0.922948	20.75648	0.000142	0.04086	18441.57	60412.13	COVID-19
1	0.000147	19547.42	57667.14	608.1659	0.958817	0.90691	2.513166	0.000134	0.000726	17606.4	51579.81	COVID-19
1	0.000176	17806.66	75349.01	513.7937	1.102302	0.958165	1.217288	0.000168	0.00022	17135.9	21183.11	COVID-19

Tabel 4.2 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 45°

45°	SRE	LRE	RLN	GLN	RP	LGRE	HGRE	SRLGE	SRHGE	LRLGE	LRHGE	Kelas
0	0.000356	16802.11	73138.18	434.3886	1.053092	0.963094	2.2629	0.000321	0.002614	16439.86	18923.37	normal
0	0.000272	17259.49	70334.97	438.4603	1.035124	0.954482	2.240069	0.000233	0.002403	16737.97	20177.49	normal
0	0.000236	17203.76	76536.54	480.132	1.101672	0.964312	1.350703	0.000223	0.000655	16688.72	19573.76	normal
0	0.00024	16199.96	73966.02	461.3601	1.089304	0.955202	1.308125	0.000229	0.000328	15620.25	19205.05	normal
0	0.000243	17142.42	71712.17	440.0597	1.043439	0.95909	2.289717	0.000208	0.002499	16700.11	19670.79	normal
1	0.000223	19510.66	66783.05	594.1054	1.049026	0.930594	1.504232	0.000206	0.000694	17897.53	28745.82	COVID-19
1	0.00019	21872.61	71647.78	412.9755	1.070182	0.949837	1.600164	0.000177	0.000715	20608.28	35525.16	COVID-19
1	0.000236	19971.71	62609.11	423.0891	0.979933	0.931216	3.660082	0.000189	0.005135	18645.5	32597.48	COVID-19
1	0.000146	19865.79	68354.04	735.9524	1.062024	0.934947	1.399079	0.000137	0.000337	18460.62	27388.85	COVID-19
1	0.000177	17736.99	80181.19	523.8238	1.129595	0.972907	1.119023	0.000172	0.000198	17293.14	19678.2	COVID-19

Tabel 4.3 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 90°

90°	SRE	LRE	RLN	GLN	RP	LGRE	HGRE	SRLGE	SRHGE	LRLGE	LRHGE	Kelas
0	0.000323	17075.35	67567.18	416.9462	1.011162	0.948392	5.554615	0.000278	0.008883	16451.76	22400.47	normal
0	0.000207	18154.82	60487.37	402.6301	0.943144	0.932598	22.79239	0.000183	0.041572	17202.56	35510.08	normal
0	0.000212	17782.82	67336.2	449.1381	1.029628	0.94013	2.981823	0.000194	0.003143	16952.02	24188.34	normal
0	0.000231	16735.12	61583.83	427.0499	0.99861	0.916994	1.985487	0.000207	0.000551	15644.22	24787.44	normal
0	0.000181	18079.81	63401.3	417.2607	0.965847	0.941552	15.80102	0.000158	0.029101	17375.73	29291.58	normal
1	0.000228	19490.53	54234.62	532.7892	0.95361	0.886248	2.210362	0.000205	0.001029	17017.47	42238.94	COVID-19
1	0.000189	21940.43	60040.47	381.1799	0.988262	0.911832	3.034519	0.000175	0.002645	19812.28	48408.83	COVID-19
1	0.000237	19946.08	56049.15	401.0213	0.934212	0.90672	4.334176	0.000187	0.006071	18111.12	38521.18	COVID-19
1	0.00015	19683.82	58693.17	681.4152	0.995816	0.900364	1.747952	0.000139	0.00041	17500.71	34808.39	COVID-19
1	0.00018	17703.11	76003.14	513.1955	1.106696	0.960076	1.199206	0.000174	0.000207	17008.79	21172.91	COVID-19

Tabel 4.4 Sampel Hasil Ekstraksi Fitur GLRLM Sudut 135°

135°	SRE	LRE	RLN	GLN	RP	LGRE	HGRE	SRLGE	SRHGE	LRLGE	LRHGE	Kelas
0	0.000357	16795.65	72859.84	434.006	1.052384	0.961861	2.152058	0.000321	0.002393	16420.29	18914.75	normal
0	0.000272	17262.65	70443.34	438.8184	1.035806	0.954828	2.236315	0.000233	0.002397	16749.29	20127.56	normal
0	0.000234	17226.37	76466.03	479.0653	1.101056	0.964144	1.353889	0.000221	0.00066	16722.81	19567.45	normal
0	0.000236	16270.34	72576.69	457.5171	1.080595	0.950883	1.345976	0.000221	0.000346	15651.74	19529.1	normal
0	0.000243	17164.33	71355.78	438.3326	1.041865	0.957815	2.298136	0.000208	0.002507	16715.19	19698.25	normal
1	0.000221	19556.14	67417.8	596.8563	1.052961	0.932821	1.497689	0.000204	0.00073	18012.72	28257.51	COVID-19
1	0.00018	21895.06	71330.32	411.3809	1.068529	0.94874	1.590635	0.000159	0.000704	20617.22	35610.01	COVID-19
1	0.000237	19980.71	62540.79	421.9359	0.97992	0.930827	3.598429	0.00019	0.005005	18651.81	32465.26	COVID-19
1	0.000146	19854.86	67990.52	733.1741	1.058338	0.934089	1.41674	0.000137	0.00032	18438.66	27996.93	COVID-19
1	0.000179	17721.84	80028.07	523.6489	1.129123	0.972383	1.119677	0.000175	0.000196	17258.11	19723.54	COVID-19

4.3. Klasifikasi

Tahap klasifikasi metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ELM. Pada tahap ekstraksi fitur sebelumnya diperoleh 11 fitur pada setiap data. Fitur-fitur tersebut akan digunakan untuk proses klasifikasi menjadi 2 kelas, kelas normal dan kelas COVID-19. Sebelum memasuki tahap klasifikasi masing-masing dari data tersebut akan dibagi ke dalam data *training* dan data *testing* dengan menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Penelitian ini menggunakan *K* sebesar 5 dan 10, hasil dari *K* tersebut akan dibandingkan untuk memperoleh hasil yang paling optimal. Tahap klasifikasi memiliki 2 proses yaitu proses *training* dan proses *testing*. Proses *training* digunakan untuk mencari model paling optimal dari proses klasifikasi, sedangkan proses *testing* digunakan untuk menguji model yang telah didapatkan sebelumnya. Data *training* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 1764 data, sedangkan data *testing* yang digunakan yaitu sebanyak 106 data. Proses *training* dan proses *testing* yang akan dilakukan sebagai berikut:

4.3.1. Proses *Training*

Proses *Training* dilakukan dengan menggunakan hasil 11 fitur dari tahap ekstraksi fitur. Selain menggunakan 11 fitur tersebut, proses ini juga memerlukan parameter lain untuk membentuk suatu model yang optimal. Parameter tersebut yaitu nilai bobot, nilai bias, jumlah *node*, serta fungsi aktivasi. Berikut adalah langkah-langkah dari proses *training*:

1. Inisialisasi nilai jumlah *node*, nilai bobot serta nilai bias secara random.
2. Mencari matriks *H* menggunakan Persamaan [2.18](#) dan fungsi aktivasi.
3. Menghitung nilai keluaran β dengan menggunakan Persamaan [2.19](#).

Langkah pertama dengan melakukan inisialisasi parameter-parameter yang diperlukan. jumlah node yang digunakan yaitu 10, 50 dan 100 node yang akan dilakukan uji coba untuk mendapatkan model yang optimal. Selain uji K-Fold, sudut orientasi dan jumlah node, penelitian ini juga melakukan uji coba fungsi aktivasi.

Proses perhitungan manual dengan menggunakan *10-fold*, fungsi aktivasi *Sigmoid*, dan 100 *node*. Karena menggunakan 100 *node* maka bobotnya berukuran 11×100 , sedangkan biasanya berukuran 1×100 . Nilai bobot dan nilai bias tersebut didapatkan dengan cara random dengan rentang nilai -1 sampai 1. Matriks bobot dan bias sebagai berikut

$$w_{11 \times 100} = \begin{bmatrix} -0.562 & 0.733 & -0.972 & \dots & -0.211 & 0.772 & 0.641 \\ 0.153 & -0.206 & -0.909 & \dots & -0.619 & -0.837 & -0.093 \\ 0.789 & 0.470 & -0.572 & \dots & 0.676 & -0.252 & 0.661 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.061 & -0.944 & -0.132 & \dots & 0.839 & -0.627 & -0.482 \\ -0.951 & 0.357 & 0.203 & \dots & -0.286 & -0.959 & -0.998 \\ 0.920 & 0.572 & 0.744 & \dots & -0.196 & -0.513 & 0.845 \end{bmatrix}$$

$$b_{1 \times 100} = [0.421 \quad 0.721 \quad 0.029 \quad 0.904 \quad \dots \quad 0.538]$$

Setelah melakukan inisialisasi *node*, nilai bobot dan nilai bias, tahap selanjutnya yaitu mencari nilai dari matriks **H**. Untuk mencari nilai tersebut dapat menggunakan Persamaan [2.18](#). Proses perhitungan untuk mencari matriks **H** sebagai berikut:

$$H_{i,j} = (w_{i,j} \times x_i + b_j)$$

$$H_{1,1} = (w_{1,1:11} \times x_{1,1:11} + b_1)$$

$$= \left[\left((-0.562 \times 0.00034) + (0.153 \times 16931.31) + \dots + (0.920 \times 21096.98) \right) + 0.421 \right]$$

$$= 0.312$$

$$\text{fungsi sigmoid} = \frac{1}{1 + e^{-0.312}}$$

$$= 0.421$$

$$H_{1,2} = (w_{2,1:11} \times x_{2,1:11} + b_2)$$

$$= \left[\left((-0.562 \times 0.00027) + (0.153 \times 17271.74) + \dots + (0.920 \times 21082.47) \right) + 0.421 \right]$$

$$= 2.581$$

$$\text{fungsi sigmoid} = \frac{1}{1 + e^{-2.581}}$$

$$= 0.721$$

Berdasarkan inialisasi parameter yang diperlukan serta perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan matriks **H** yang berukuran 1764×100 . Matriks **H** tersebut dapat dilihat dibawah ini:

$$H_{1764 \times 100} = \begin{bmatrix} 0.421 & 0.904 & 0.695 & \cdots & 0.539 & 0.072 & 0.892 \\ 0.721 & 0.206 & 0.539 & \cdots & 0.280 & 0.040 & 0.935 \\ 0.029 & 0.470 & 0.572 & \cdots & 0.345 & 0.399 & 0.994 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.248 & 0.823 & 0.948 & \cdots & 0.075 & 0.010 & 0.955 \\ 0.725 & 0.408 & 0.719 & \cdots & 0.808 & 0.007 & 0.098 \\ 0.538 & 0.826 & 0.319 & \cdots & 0.038 & 0.374 & 0.461 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan matriks \mathbf{H} , tahap berikutnya yaitu mencari nilai β yang merupakan nilai *output* dari proses *training*. Perhitungan untuk mencari nilai β dapat menggunakan Persamaan 2.19

$$\begin{aligned} \beta_{1 \times 100} &= H^{\dagger} Y \\ &= \left((H^T H)^{-1} H^T \right) Y \\ &= \begin{bmatrix} 1.691 & 0.904 & -0.892 & \cdots & 0.523 \end{bmatrix}^T \end{aligned}$$

β yang dihasilkan dari perhitungan ini berukuran 1×100 . nilai dari β tersebut akan digunakan dalam proses *testing*.

4.3.2. Proses *Testing*

Proses *testing* ini dilakukan untuk menguji model yang telah diperoleh pada proses *training*. Tahapan dalam proses *testing* sama dengan proses *training* tetapi output yang dihasilkan berbeda, apabila pada proses *training* nilai outputnya adalah β sedangkan pada proses *testing* nilai outputnya adalah \mathbf{Y} . Berikut adalah langkah-langkah dari proses *testing*:

1. Menggunakan bobot dan bias yang sama seperti pada proses training.
2. Mencari matriks H dengan menggunakan Persamaan 2.18 dan fungsi aktivasi.
3. Mencari nilai keluaran Y dengan menggunakan Persamaan 2.17

Langkah awal yang dilakukan adalah mencari nilai matriks **H** dengan menggunakan nilai bobot dan nilai bias yang sama dengan proses *training*, perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.18. Matriks **H** yang dihasilkan pada proses *testing* berukuran 106×100 .

$$H_{106 \times 100} = \begin{bmatrix} 0.531 & 0.684 & 0.565 & \cdots & 0.639 & 0.173 & 0.652 \\ 0.721 & 0.376 & 0.649 & \cdots & 0.390 & 0.160 & 0.825 \\ 0.139 & 0.580 & 0.612 & \cdots & 0.587 & 0.489 & 0.194 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.549 & 0.823 & 0.948 & \cdots & 0.075 & 0.010 & 0.955 \\ 0.826 & 0.398 & 0.439 & \cdots & 0.808 & 0.017 & 0.158 \\ 0.478 & 0.936 & 0.819 & \cdots & 0.338 & 0.654 & 0.701 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *output* **Y** dengan menggunakan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Persamaan [2.17](#).

$$\begin{aligned}
 Y &= H\beta \\
 &= \begin{bmatrix} 0.531 & 0.684 & 0.565 & \cdots & 0.639 & 0.173 & 0.652 \\ 0.721 & 0.376 & 0.649 & \cdots & 0.390 & 0.160 & 0.825 \\ 0.139 & 0.580 & 0.612 & \cdots & 0.587 & 0.489 & 0.194 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.549 & 0.823 & 0.948 & \cdots & 0.075 & 0.010 & 0.955 \\ 0.826 & 0.398 & 0.439 & \cdots & 0.808 & 0.017 & 0.158 \\ 0.478 & 0.936 & 0.819 & \cdots & 0.338 & 0.654 & 0.701 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.691 \\ 0.904 \\ -0.892 \\ \vdots \\ 0.523 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}^T
 \end{aligned}$$

nilai output Y yang dihasilkan akan dilakukan uji model dengan menggunakan *Confusion Matrix*.

4.4. Pengujian Model dan Evaluasi

Penelitian mengenai deteksi citra *X-Ray* COVID-19 menggunakan metode ELM ini melakukan beberapa uji coba seperti *K-fold*, jumlah *node*, fungsi aktivasi dan sudut orientasi pada GLRLM. *K-Fold* digunakan untuk membagi data kedalam data *training* dan data *testing*, nilai K yang digunakan sebesar 5 dan 10. Jumlah *node* yang digunakan untuk uji coba yaitu sebanyak 10, 50 dan 100. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu Sigmoid, Sin, dan Sigmoid Bipolar. Sudut orientasi GLRLM yang digunakan yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Masing-masing uji coba tersebut dapat dilihat pada Tabel [4.5](#) dan [4.7](#).

Tabel 4.5 Hasil Uji Coba dengan $K = 5$

5-FOLD	Hidden Neuron	Fungsi Aktivasi	sudut	acc	sen	spe
5	10	Sig	0	85.75	79.668	95.2381
			45	72	64.28	97.82
			90	64.25	58.93	85.18
			135	72.5	87.5	66.07
		Sin	0	59.25	58.37	60.335
			45	57.25	56.74	57.83
			90	56	55.35	56.81
			135	60.25	59.8	60.73
		Sigmoid Bipolar	0	84	87.77	80.9
			45	70.25	62.85	97.64
			90	75.25	70.11	83.89
			135	80.75	73.38	94.89
	50	Sig	0	87	81.62	94.57
			45	85.75	83.25	88.648
			90	71.5	68.06	76.54
			135	80.25	73	94.16
		Sin	0	63.25	61.99	64.8
			45	64	62.84	65.384
			90	64.75	63.11	66.85
			135	62.5	61.79	63.29
		Sigmoid Bipolar	0	83	76.19	94.59
			45	85.5	79.83	93.82
			90	76.75	70.81	87.412
			135	84.75	81.165	89.26
100	Sig	0	88.5	87.74	89.28	
		45	84.75	78.6	94.26	
		90	74	69.51	81.16	
		135	82.5	75.59	94.52	
	Sin	0	66.25	64.705	68.15	
		45	67	65.04	69.54	
		90	66.25	64.7	68.15	
		135	69.25	67.9	70.81	
	Sigmoid Bipolar	0	87.25	85.3	89.41	
		45	84.25	78.18	93.63	
		90	73	67.42	83.82	
		135	85.25	80	92.72	

Berdasarkan pembagian data menggunakan *5-fold* seperti yg terlihat pada Tabel 4.5, menghasilkan akurasi terbaik sebesar 88.5%, sensitifitas sebesar 87.74% dan spesifisitas sebesar 89.28%. Hasil tersebut diperoleh dengan menggunakan 100 node dan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar pada sudut 0°.

Tabel 4.6 Hasil Uji Coba dengan $K = 10$

10-FOLD	Hidden Neuron	Fungsi Aktivasi	sudut	acc	sen	spe
10	10	Sig	0	88	83.92	93.18
			45	88.5	81.81	98.73
			90	70.5	66.14	78.08
			135	85	82.4	88.04
		Sin	0	60.5	59.63	61.53
			45	62.5	61.9	63.15
			90	65.5	64.76	66.31
			135	63.5	61.94	65.51
		Sigmoid Bipolar	0	92	86.84	98.83
			45	86	83.33	89.13
			90	69.5	66.11	74.68
			135	85	83.01	87.23
	50	Sig	0	91	88.67	93.61
			45	86	83.33	89.13
			90	70.5	66.94	75.94
			135	89.5	87.61	91.57
		Sin	0	64	62.28	66.27
			45	66	63.79	69.04
			90	67.5	64.7	71.6
			135	65	65.62	64.42
		Sigmoid Bipolar	0	86.5	79.2	96.15
			45	86	82.14	90.9
			90	77.5	75.22	80.21
			135	86.5	80.16	96.2
100	Sig	0	91.5	90.29	92.78	
		45	87	82.45	93.02	
		90	75.5	71.07	82.27	
		135	85.5	81.41	90.8	
	Sin	0	69	67.59	70.65	
		45	70.5	68.14	73.56	
		90	66.5	64.1	69.87	
		135	66.5	65.71	67.36	
	Sigmoid Bipolar	0	92	89.62	94.68	
		45	86.5	83.48	90.1	
		90	76.5	72.64	81.92	
		135	85	78.68	94.87	

Berdasarkan pembagian data menggunakan 10-fold seperti yg terlihat pada Tabel 4.7, menghasilkan akurasi terbaik sebesar 92%, sensitifitas sebesar 89.62% dan spesifisitas sebesar 94.68%. Hasil tersebut diperoleh dengan menggunakan 100 node dan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar pada sudut 0°.

Dari hasil uji coba seperti yang terlihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.7 diketahui apabila 10-fold memiliki hasil yang lebih optimal jika dibandingkan dengan 5-fold, selain itu jumlah node juga mempengaruhi hasil yang didapatkan. Hasil paling optimal didapatkan menggunakan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar pada sudut orientasi 0°.

Pada tahap pengujian model dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari suatu model yang diperoleh pada tahap klasifikasi. Metode ini dapat menampilkan nilai akurasi, spesifisitas, dan sensitivitas. Suatu sistem klasifikasi dapat dikatakan baik apabila nilai keakuratan yang diperoleh bernilai tinggi. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada proses *testing* didapatkan hasil *confusion matrix* sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Model *Confusion Matrix*

Aktual	Klasifikasi	
	Normal	COVID-19
Normal	51	2
COVID-19	6	47

Berdasarkan dari hasil terbaik *confuison matrix* tersebut akan dilakukan

perhitungan dengan menggunakan Persamaan [2.20](#), [2.21](#) dan [2.22](#).

$$\begin{aligned} akurasi &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{51 + 47}{51 + 47 + 6 + 2} \times 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} spesifisitas &= \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{51}{51 + 2} \times 100\% \\ &= 89.62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sensitivitas &= \frac{TF}{TF + FP} \times 100\% \\ &= \frac{47}{47 + 6} \times 100\% \\ &= 94.68\% \end{aligned}$$

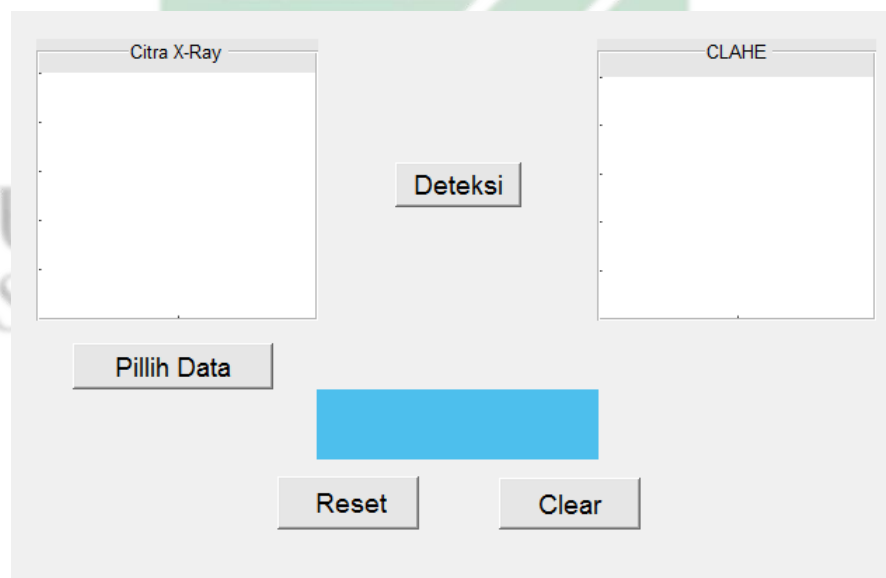
4.5. Aplikasi Deteksi COVID-19

Aplikasi ini digunakan untuk melakukan deteksi COVID-19 dengan menggunakan hasil model terbaik yang didapatkan dari beberapa uji coba pada tahap sebelumnya. *Output* yang dihasilkan dari aplikasi tersebut yaitu mengenai orang tersebut terdeteksi positif COVID-19 atau tidak. Halaman utama aplikasi deteksi ini dapat dilihat pada Gambar [4.20](#).



Gambar 4.20 Halaman Utama Aplikasi Deteksi COVID-19

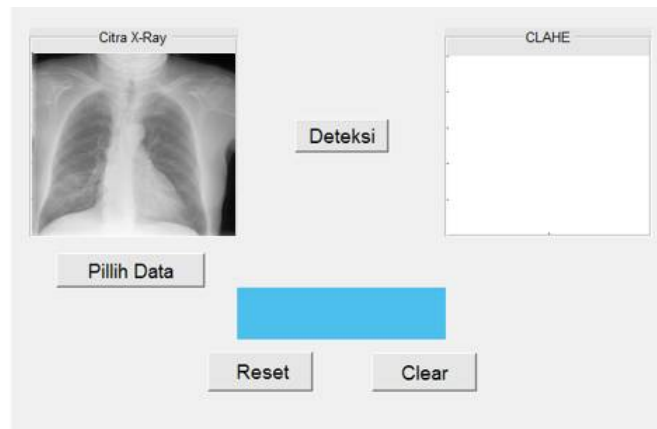
Pada halaman utama menampilkan informasi berupa judul penelitian yang digunakan. Klik tombol "Start" untuk memulai proses dari aplikasi ini. Halaman selanjutnya akan muncul seperti pada Gambar 4.21 berikut ini:



Gambar 4.21 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19

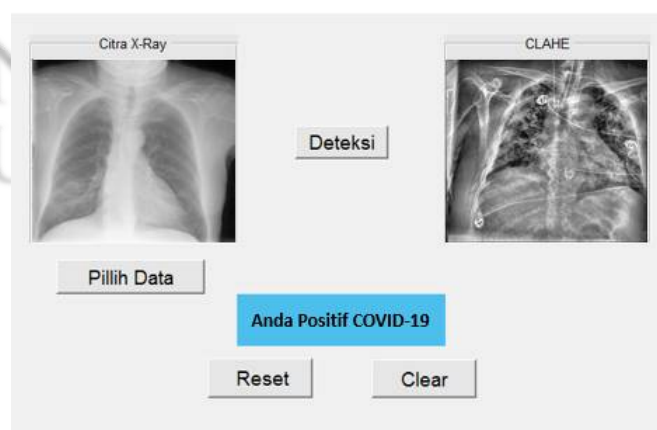
Kemudian klik tombol "Pilih Data", tombol ini digunakan untuk memilih

file atau gambar yang akan dideteksi dengan menggunakan aplikasi ini. Setelah gambar muncul seperti yang terlihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19

Klik tombol "Deteksi", tombol ini akan menghasilkan gambar yang sudah diperbaiki kualitasnya dengan menggunakan metode *pre-processing* yang telah ditentukan. Selain itu, tombol ini juga akan mengeluarkan hasil deteksi berupa keputusan apakah pasien tersebut dinyatakan positif COVID-19 atau tidak. Hasil akhir dari aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Tampilan Aplikasi Deteksi COVID-19

4.6. Integrasi Keislaman

Penelitian mengenai deteksi COVID-19 menggunakan sistem kecerdasan buatan dengan hasil akurasi sebesar 92.45%, hal tersebut menandakan bahwa penelitian ini mampu untuk mendeteksi COVID-19. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi bidang kesehatan serta masyarakat umum. Bermanfaat untuk orang lain merupakan anjuran dalam Islam, seperti dalam hadis berikut ini:

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

Artinya "Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia (lainnya)" (HR Ath-Thabrani).

Deteksi COVID-19 dilakukan untuk mengetahui apakah orang tersebut terjangkit atau tidak, hal tersebut perlu dilakukan agar orang yang belum terjangkit tidak terpapar oleh orang yang sudah terjangkit, sehingga dapat menekan laju penyebaran COVID-19. Hal tersebut sesuai dengan hadis berikut:

قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا يُورِدَنَّ مُمْرَضٌ عَلَى مُصِحِّحٍ

Artinya "Janganlah yang sakit dicampur baurkan dengan yang sehat" (HR Bukhari Muslim).

Berusaha dan berdoa merupakan kewajiban bagi setiap manusia. Manusia harus berusaha untuk mendapatkan kesembuhan atas penyakit yang dideritanya, serta harus berdoa agar Allah memberikan kemudahan dalam usaha yang telah dilakukan. Apabila usaha dan doa telah dilakukan hendaknya sebagai umat muslim kita tidak mudah berputus asa dan senantiasa mengharapkan Rahmat dari Allah SWT, Seperti dalam ayat Al-Qur'an berikut ini:

يٰٓبَنِيَّ اذْهَبُوْا فَتَحَسَّبُوْا مِنْ يُوسُفَ وَاٰخِيهِ وَاَلَّا تَاِيْسُوْا مِنْ رَّوْحِ اللّٰهِ اِنَّهٗ لَا يَأْتِيْسُ مِنْ رَّوْحِ
اللّٰهِ اِلَّا الْقَوْمَ الْكٰفِرُوْنَ

Artinya "Hai anak-anakku, pergilah kamu, maka carilah berita tentang Yusuf dan saudaranya dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir" (al-Qur'an Surah Yusuf: 87).



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian deteksi citra X-Ray COVID-19 dengan menggunakan ELM, kesimpulan yang didapatkan yaitu:

1. Tahap *Pre processing* yang dilakukan pada citra X-Ray COVID-19 menggunakan metode CLAHE dengan memberikan nilai batas atau *clip limit* dapat mempertajam citra dan meratakan histogram pada citra. Setelah dilakukan proses CLAHE nilai rata-rata citra normal sebelum dan setelah proses CLAHE masing-masing sebesar 145.2613 dan 124.2296, pada citra COVID-19 sebelum dan setelah proses CLAHE masing-masing sebesar 150.6405 dan 129.9261 dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai rata-rata setelah proses CLAHE cenderung lebih kecil jika dibandingkan sebelum proses CLAHE.
2. Tahap ekstraksi fitur menggunakan metode GLRLM. Setiap fitur pada GLRLM divisualisasikan dalam *boxplot*, dari visualisasi fitur SRE dan LRE diketahui bahwa nilai SRE pada citra normal lebih kecil dibandingkan pada citra COVID-19, sedangkan nilai LRE pada citra normal lebih tinggi jika dibandingkan pada citra COVID-19. Dari analisis tersebut diketahui bahwa citra COVID-19 memiliki tekstur yang lebih kasar jika dibandingkan dengan citra normal.

3. Tahap klasifikasi menggunakan metode ELM, hasil terbaik atau model paling optimal yaitu menggunakan *10-fold*, dengan node sebanyak 100 dan fungsi Sigmoid Bipolar pada sudut 0° , menghasilkan akurasi terbaik sebesar 92%, sensitifitas sebesar 89.62% dan spesifisitas sebesar 94.68%

5.2. Saran

Penelitian mengenai deteksi citra *X-Ray* COVID-19 menggunakan ELM ini masih memiliki kekurangan atau kelemahan, sehingga disarankan untuk melakukan uji coba dengan menggunakan metode lain dalam penelitian di masa yang akan datang. Berikut beberapa saran yang perlu dilakukan.

1. Pada tahap Pre-processing perlu dilakukan uji coba dan membandingkan dengan metode perbaikan lain yang dalam meningkatkan kualitas dari suatu citra
2. Pada tahap ekstraksi fitur perlu dilakukan uji coba dan membandingkan dengan metode lain untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.
3. Pada tahap klasifikasi juga perlu dilakukan uji coba dan membandingkan dengan metode lainnya seperti menggunakan metode CNN atau Convolutional Neural Network untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andono, P. N., Sutojo, T., et al. (2017). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Boldog, P., Tekeli, T., Vizi, Z., Dénes, A., Bartha, F. A., and Röst, G. (2020). Risk assessment of novel coronavirus covid-19 outbreaks outside china. *Journal of clinical medicine*, 9(2):571.
- Darmawan, C. (2019). Musibah di era modern dalam persepektif pemikiran Quraihs Shihab. *Jurnal Manajemen Dakwah*, 1(1):77–102.
- Fattah, S. (2021). Deteksi penyakit pneumonia dan covid-19 menggunakan citra x-ray dengan metode convolutional neural network (cnn) model googlenet.
- Foeady, A. Z. (2019). Sistem Klasifikasi Kanker Kulit Berdasarkan Data Citra Dermoscope dengan menggunakan Metode Deep Extreme Learning Machine. page 144.
- Hasibuan, Z., Andono, P., Pujiono, D., Setiadi, R., et al. (2021). Contrast limited adaptive histogram equalization for underwater image matching optimization use surf. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1803, page 012008. IOP Publishing.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., et al. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in wuhan, china. *The lancet*, 395(10223):497–506.
- Liu, K.-C., Xu, P., Lv, W.-F., Qiu, X.-H., Yao, J.-L., Gu, J.-F., and Wei, W. (2020).

- Ct manifestations of coronavirus disease-2019: a retrospective analysis of 73 cases by disease severity. *European journal of radiology*, 126:108941.
- Lu, S.-Y., Wang, S.-H., and Zhang, Y.-D. (2020). A classification method for brain mri via mobilenet and feedforward network with random weights. *Pattern Recognition Letters*, 140:252–260.
- Maria, E., Yulianto, Y., Arinda, Y. P., Jumiatty, J., and Nobel, P. (2018). Segmentasi citra digital bentuk daun pada tanaman di poltani samarinda menggunakan metode thresholding. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 2(1):37–46.
- Mu'jizah, H. (2021a). *Klasifikasi kanker usus besar berdasarkan citra histopatologi menggunakan metode Gray Level Run Length Matrix-Extreme Learning Machine*. PhD thesis, UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Mu'jizah, H. (2021b). *Klasifikasi Kanker Usus Besar Berdasarkan Citra Histopatologi Menggunakan Metode Gray Level Run Length Matrix-Extreme Learning Machine*.
- Novitasari, D. C. R., Foeady, A. Z., Thohir, M., Arifin, A. Z., Niam, K., and Asyhar, A. H. (2020). Automatic approach for cervical cancer detection based on deep belief network (dbn) using colposcopy data. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)*, pages 415–420. IEEE.
- Novitasari, D. C. R., Lubab, A., Sawiji, A., and Asyhar, A. H. (2019). Application of feature extraction for breast cancer using one order statistic, glcm, glrlm, and gldm. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(4):115–120.

- Nurdiansyah, V. V., Cholissodin, I., and Adikara, P. P. Klasifikasi Penyakit Tuberkulosis (TB) menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM). page 7.
- Nurzaenab, N., Hadis, M. S., and Angriawan, R. Nilai optimal clip limit metode clahe untuk meningkatkan akurasi pengenalan wajah pada video cctv. *Jurnal INSTEK (Informatika Sains dan Teknologi)*, 5(2):178–187.
- Orozco, H. M., Villegas, O. O. V., Sánchez, V. G. C., Domínguez, H. d. J. O., and Alfaro, M. d. J. N. (2015). Automated system for lung nodules classification based on wavelet feature descriptor and support vector machine. *Biomedical engineering online*, 14(1):1–20.
- Parui, K. and Tripathy, B. Diabetic retinopathy detection & segmentation using color image processing. *Comput. Res. J.*, 4.
- Pereira, R. M., Polini, L. O., Costa, Y. M., and ... (2020). Covid-19 identification in chest x-ray images on flat and hierarchical classification scenarios. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 194:105532.
- Phelan, A. L., Katz, R., and Gostin, L. O. (2020). The novel coronavirus originating in wuhan, china: challenges for global health governance. *Jama*, 323(8):709–710.
- Prabowo, D. A. and Abdullah, D. (2018). Deteksi dan perhitungan objek berdasarkan warna menggunakan color object tracking. *Pseudocode*, 5(2):85–91.
- Purnamasari, I. and Rahayani, A. E. (2020). Preventive health behaviors of

- community during covid-19 pandemic: A descriptive study. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 2(4):301–308.
- Puspitasari, W. T. R. I., Matematika, P. S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., and Sunan, N. (2019). Sistem klasifikasi leukemia berdasarkan citra peripheral blood microscopic menggunakan extreme learning machine.
- Qassim, H. M., Basheer, N. M., Farhan, M. N., et al. (2019). Brightness preserving enhancement for dental digital x-ray images based on entropy and histogram analysis. *Journal of Applied Science and Engineering*, 22(1):187–194.
- Rahmadewi, R. and Kurnia, R. (2016). Klasifikasi penyakit paru berdasarkan citra rontgen dengan metoda segmentasi sobel. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(1):7–12.
- Riadi, A. A., Chamid, A. A., and Sokhibi, A. (2017). Analisis komparasi metode perbaikan kualitas gambar dengan equalisasi pada citra. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(1):383–388.
- Saportu, C. M., Duarte, G. R., Fonseca, T. L., da Fonseca, L. G., and Pereira, E. (2018). Extreme learning machine combined with a differential evolution algorithm for lithology identification. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 25(4):43–56.
- Saputra, K., Taufik, I., Dharma, D. F., and Hidayat, M. (2021). Analisis perbaikan kualitas citra menggunakan clahe dan he pada citra x-ray covid-19 dan pneumonia. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 6(2).
- Self, W. H., Courtney, D. M., McNaughton, C. D., Wunderink, R. G., and Kline,

- J. A. (2013). High discordance of chest x-ray and computed tomography for detection of pulmonary opacities in ed patients: implications for diagnosing pneumonia. *The American journal of emergency medicine*, 31(2):401–405.
- Setyaningrum, W. and Yanuarita, H. A. (2020). Pengaruh covid-19 terhadap kesehatan mental masyarakat di kota malang. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 4(4).
- Syahrir, A., Rahem, A., and Prayoga, A. (2020). Religiosity of pharmacy students of UIN Malang during COVID-19 pandemic. *Journal of Halal Product and Research*, 3(1):15.
- Umrotul, V., Maksum, M., Matematika, P. S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., and Sunan, N. (2021). *Angkatan*.
- Wady, S. H., Yousif, M. Z., and Hasan, H. R. (2020). A Novel Intelligent System for Tumor Detection Based on Composite Neutrosophic-Slantlet Transform Domain for Statistical Texture Feature Extraction. *BioMed Research International*, 2020:1–21.
- Wang, W., Xu, Y., Gao, R., Lu, R., Han, K., Wu, G., and Tan, W. (2020). Detection of sars-cov-2 in different types of clinical specimens. *Jama*, 323(18):1843–1844.
- Xu, S. S.-D., Chang, C.-C., Su, C.-T., and Phu, P. Q. (2019). Classification of liver diseases based on ultrasound image texture features. *Applied Sciences*, 9(2):342.
- Zu, Z. Y., Jiang, M. D., Xu, P. P., Chen, W., Ni, Q. Q., Lu, G. M., and Zhang, L. J. (2020). Coronavirus disease 2019 (covid-19): a perspective from china. *Radiology*, 296(2):E15–E25.