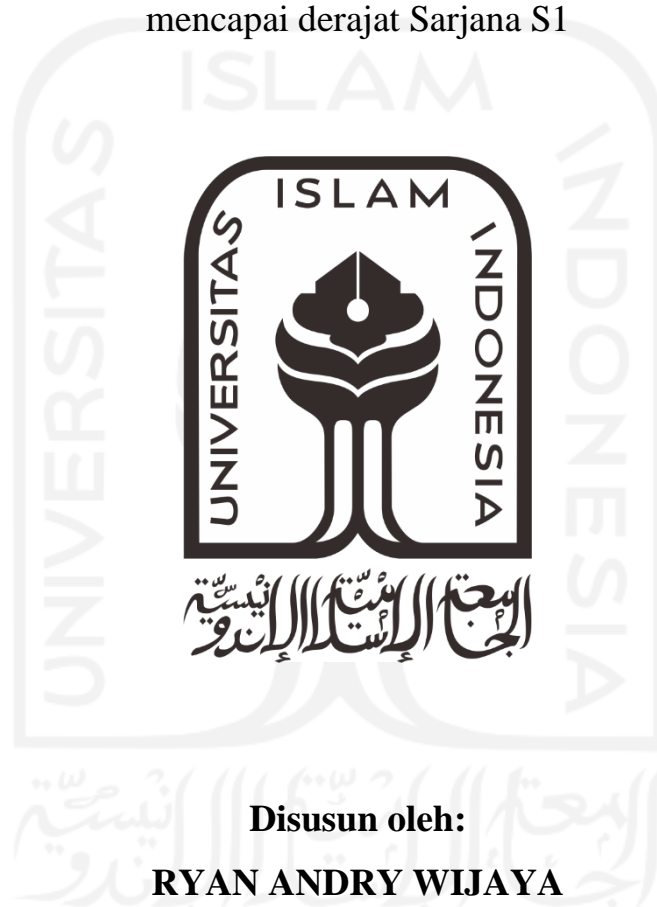


**PENINGKATAN HASIL DIAGNOSIS COVID-19 DARI HASIL  
CITRA *CHEST CT-SCAN* MENGGUNAKAN METODE  
EKSTRAKSI CIRI DAN KLASIFIKASI**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**RYAN ANDRY WIJAYA**

**16524007**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

**2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

**PENINGKATAN HASIL DIAGNOSIS COVID-19 DARI HASIL CITRA *CHEST CT-SCAN* MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI CIRI DAN KLASIFIKASI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Disusun oleh:**

**Ryan Andry Wijaya  
16524007**

**Yogyakarta, 24 Februari 2021**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**



**Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd, M.Eng  
155231301**

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### PENINGKATAN HASIL DIAGNOSIS COVID-19 DARI HASIL *CHEST CT-SCAN* MENGUNAKAN METODE EKSTRAKSI CIRI DAN KLASIFIKASI

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Ryan Andry Wijaya**

16524007

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 10 Maret 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng., 

Anggota Penguji : Alvin Sahroni, S.T., M.Eng., Ph.D., 

Anggota Penguji : Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng., 

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 13 April 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng., Ph.D

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 24 Februari 2021



Ryan Andry Wijaya



## KATA PENGANTAR

حَيْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala Puji dan syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam karena berkat Rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Peningkatan Hasil Diagnosis Covid-19 Dari Hasil Citra *Chest CT-scan* Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri dan Klasifikasi”. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi prasyarat akademis untuk mencapai gelar kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah mendapatkan bantuan, dorongan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak, hal ini dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua yang telah mendukung penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada:

1. Orang Tua saya tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayang, dorongan, kepercayaan, nasehat, dan bantuan baik material maupun spiritual yang telah diberikan selama ini kepada saya.
2. Kakak-kakakku, Roni Ardian, Beni Anderson dan Roki Iroyani. Terima kasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan dalam mengerjakan laporan Skripsi ini.
3. Ibu Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberi bantuan dan pengarahan hingga terselesaikan laporan Skripsi ini.
4. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas bimbingan selama menempuh kuliah dari semester pertama hingga akhir di Jurusan Teknik Elektro.
6. Seluruh staf Jurusan Teknik Elektro yang sudah mendampingi, membimbing, dan memberi bantuan selama menempuh kuliah di Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
7. Saudari Vera Giyaning Tiyas yang sangat membantu saya memberikan bantuan selama skripsi.

8. Sahabat saya Putri Ashari dan Priska Nur yang memberikan semangat, dukungan dan motivasi.
9. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia angkatan 2016.
10. Teman-teman saya di kontrakan bu siti yang selama ini menemani saya selama di jogja
11. Terakhir untuk segenap pihak yang telah membantu penulis, yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih telah memberikan semangat dan dorongan hingga akhirnya skripsi ini dapat selesai dengan baik dan sesuai harapan. *Jazakumullah khoir*. Semoga Allah membalas kebaikan kalian semua.

***Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta, 24 Februari 2021



Ryan Andry Wijaya



## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

|               |  |
|---------------|--|
| $d(x_i, x_j)$ | = <i>Euclidean distance</i>                                      |
| $P(A B)$      | = probabilitas A jika diketahui kondisi B                        |
| $P(B A)$      | = probabilitas B jika diketahui kondisi A                        |
| $P(A)$        | = probabilitas A   |
| $P(B)$        | = probabilitas B   |
| $i$           | = baris  |
| $j$           | = kolom  |
| $P(i, j)$     | = baris elemen ke $i$ dan kolom ke $j$ pada matrik               |
| $\mu$         | = nilai rata-rata citra  |
| $\sigma$      | = nilai deviasi citra  |
| $\mu_x$       | = nilai rata-rata baris  |
| $\mu_y$       | = nilai rata-rata kolom  |
| $\sigma_x$    | = standar deviasi dihitung berdasarkan baris                     |
| $\sigma_y$    | = standar deviasi dihitung berdasarkan kolom                     |
| $e$           | = <i>eccentricity</i>  |
| $b$           | = panjang <i>foci ellips minor</i>                               |
| $a$           | = panjang <i>ellips mayor</i>                                    |
| JPG           | = <i>Joint Photographic Experts Group</i>                        |
| $w$           | = garis tegak lurus antara garis <i>hyperplane</i> dan titik SVM |
| $x$           | = titik data masukkan SVM  |
| $\alpha_i$    | = nilai bobot setiap titik data                                  |
| $K(x, x_i)$   | = fungsi karnel  |
| $b$           | = nilai <i>bias</i>  |
| $X_{ip}$      | = data <i>testing ke-I</i> pada <i>variable</i> ke- $p$          |
| $X_{jp}$      | = data <i>training</i> ke- $j$ pada <i>variable</i> ke- $p$      |
| $d(x_i, x_j)$ | = jarak <i>euclidean</i>   |
| $p$           | = dimensi data <i>variable</i> bebas                             |

## ABSTRAK

Covid-19 merupakan pandemi global yang menyerang paru-paru dan menyebabkan gangguan pernapasan akut seperti batuk, sesak napas dan juga mengakibatkan demam. Masa inkubasi covid-19 rata-rata mencapai 5 – 6 hari. Kasus yang parah menyebabkan pneumonia, sindrom pernapasan akut, gagal ginjal, dan bahkan kematian. Deteksi awal merupakan kunci untuk menekan angka kematian yang disebabkan covid-19. Metode awal pemeriksaan skrining yaitu menggunakan *rapid test antibody* dan *Transcription-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)* dan memerlukan pemeriksaan lanjut menggunakan citra medis *chest CT-scan*. Saat ini pendeteksian covid-19 dengan citra *chest CT-scan* telah memanfaatkan pengolahan citra digital. Tahapan dari proses pendeteksian terdiri dari proses *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi data. Proses ekstraksi fitur merupakan tahapan yang sangat penting untuk menghasilkan deteksi yang akurat. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur tekstur orde satu, morfologi dan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, untuk proses hasil akhir menggunakan klasifikasi *K-Nearest Neighbors (KNN)*, *Naïve Bayes*, dan *Support Vector Machine*, dengan jumlah data citra *chest CT-scan* digunakan sebanyak 130 data yang dibagi menjadi dua kelas yaitu 75 non covid yang didefinisikan sebagai kelas 0 dan 55 covid yang didefinisikan sebagai kelas 1. Berdasarkan dari penelitian yang telah diuji dan beberapa perbandingan penelitian lain, didapatkan hasil akurasi tertinggi dengan menggabungkan semua fitur yakni akurasi mencapai 87.05% dengan menggunakan klasifikasi *K-Nearest Neighbors (KNN)*. Dari hasil penelitian yang didapatkan, diharapkan sistem dapat membantu meningkatkan hasil mendiagnosis covid-19 dengan tingkat performa yang tinggi pada penelitian yang telah diuji.

**Kata Kunci :** *Covid-19, Ekstraksi fitur, tekstur orde satu, morfologi, GLCM, klasifikasi CT-scan*



# DAFTAR ISI

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN.....                          | i                                   |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| PERNYATAAN.....                                 | iii                                 |
| KATA PENGANTAR.....                             | iv                                  |
| ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....                | vi                                  |
| ABSTRAK .....                                   | vii                                 |
| DAFTAR ISI.....                                 | viii                                |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | x                                   |
| DAFTAR TABEL.....                               | xi                                  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                         | 1                                   |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                        | 2                                   |
| 1.3 Batasan Masalah .....                       | 2                                   |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                     | 2                                   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                    | 3                                   |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                    | 4                                   |
| 2.1 Studi Literatur.....                        | 4                                   |
| 2.2 Tinjauan Teori.....                         | 5                                   |
| 2.2.1 <i>Coronavirus Disease 2019</i> .....     | 6                                   |
| 2.2.2 Pemrosesan Citra Digital .....            | 6                                   |
| 2.2.3 Ekstraksi Fitur .....                     | 6                                   |
| 2.2.4 <i>K-Nearest Neighbors (KNN)</i> .....    | 10                                  |
| 2.2.5 <i>Naïve Bayes</i> .....                  | 11                                  |
| 2.2.6 <i>Support Vector Machine (SVM)</i> ..... | 11                                  |
| BAB 3 METODOLOGI.....                           | 13                                  |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.1 Alur Penelitian .....   | 13        |
| 3.1.1 Dataset.....  | 14        |
| 3.1.2 <i>Pre-Processing</i> .....                                 | 14        |
| 3.1.3 Segmentasi Citra .....                                      | 15        |
| 3.1.4 Proses Ekstraksi Fitur.....                                 | 17        |
| 3.1.5 Klasifikasi .....   | 17        |
| 3.2 Metode Evaluasi .....   | 18        |
| 3.2.1 <i>Cross-validation</i> .....                               | 18        |
| 3.2.2 <i>Confusion Matrix</i> .....                               | 19        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                            | <b>21</b> |
| 4.1 Hasil Ekstraksi Fitur .....                                   | 21        |
| 4.2 Hasil Klasifikasi.....  | 22        |
| 4.2.1 Performa Klasifikasi Fitur Morfologi .....                  | 23        |
| 4.2.2 Performa dari klasifikasi Fitur Tekstur .....               | 24        |
| 4.2.3 Performa dari Klasifikasi Fitur GLCM.....                   | 25        |
| 4.2.4 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur.....      | 26        |
| 4.2.5 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+GLCM .....        | 27        |
| 4.2.6 Performa dari Klasifikasi Fitur Tektur+GLCM .....           | 28        |
| 4.2.7 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur+GLCM..... | 29        |
| 4.3 Perbandingan Performa Metode Ekstraksi .....                  | 30        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                            | <b>32</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 32        |
| 5.2 Saran .....   | 32        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>36</b> |

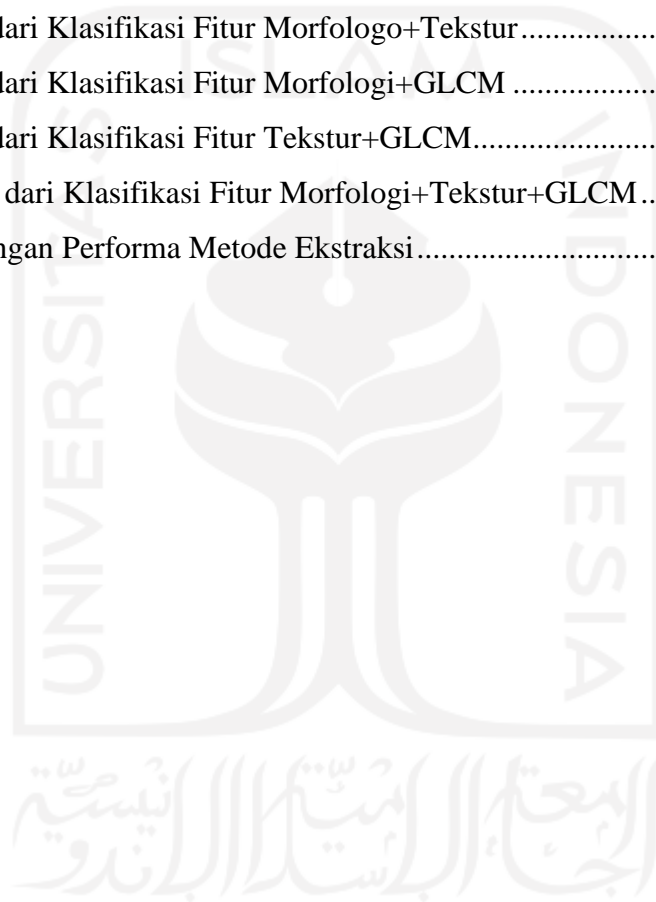
## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Ilustrasi metode SVM[17] .....   | 12 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian.....   | 13 |
| Gambar 3.2 citra <i>chest CT-scan</i> .....                                       | 14 |
| Gambar 3.3 Citra asli(a) dan citra setelah di <i>pre-processing</i> (b) .....     | 15 |
| Gambar 3.4 <i>Active contour</i> sebagai titik terkendali .....                   | 16 |
| Gambar 3.5 Hasil segmentasi <i>Active contour</i> non covid(a) dan covid (b)..... | 16 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Table 3.1 <i>Confusion matrix</i> [24] .....                           | 19 |
| Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi dari Morfologi.....                          | 22 |
| Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi dari Tekstur Orde Satu .....                 | 22 |
| Tabel 4.3 Hasil Eksraksi dari GLCM.....                                | 22 |
| Tabel 4.4 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi .....              | 23 |
| Tabel 4.5 Performa dari Klasifikasi Fitur Tekstur .....                | 24 |
| Tabel 4.6 Performa dari Klasifikasi Fitur GLCM .....                   | 25 |
| Tabel 4.7 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologo+Tekstur.....       | 26 |
| Tabel 4.8 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+GLCM .....         | 27 |
| Tabel 4.9 Performa dari Klasifikasi Fitur Tekstur+GLCM.....            | 28 |
| Tabel 4.10 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur+GLCM..... | 29 |
| Tabel 4.11 Perbandingan Performa Metode Ekstraksi.....                 | 30 |



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Covid-19 (*Coronavirus disease 2019*) telah ditetapkan menjadi pandemi global yang dikabarkan berasal dari kota Wuhan, Cina sejak Desember 2019. WHO (*World Health Organization*) menyatakan wabah ini sangatlah cepat dan sebagian besar dunia terpapar virus ini [1]. *Coronavirus Disease 2019* adalah penyakit jenis baru yang teridentifikasi pada manusia. Virus penyebab covid-19 ini dinamakan *Sars-CoV-2*. Virus corona adalah zoonosis (ditularkan antara hewan dan manusia). Berdasarkan bukti ilmiah, covid-19 dapat ditularkan melalui percikan batuk/bersin (*droplet*). Tanda dan gejala umum infeksi covid-19 yaitu gangguan pernapasan akut seperti batuk, sesak napas dan juga mengalami gejala demam. Masa inkubasi covid-19 rata-rata adalah 5 – 6 hari. Pada kasus yang parah, covid-19 dapat menyebabkan pneumonia, sindrom pernapasan akut, gagal ginjal, dan bahkan kematian [2]

Deteksi awal merupakan kunci untuk menekan angka kematian yang disebabkan oleh covid-19, proses skrining menggunakan *rapid test antibody* dan RT-PCR merupakan metode yang digunakan untuk deteksi covid-19. *Rapid test antibody* digunakan sebagai pemeriksaan skrining adanya antibodi (IgM, IgG) terhadap covid-19. Sedangkan RT-PCR menggunakan sampel swab *nasofaring, orofaring* yang dijadikan pemeriksaan adanya *Sars-CoV-2* di dalam tubuh. Metode *rapid test antibody* dan RT-PCR mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Metode RT-PCR memiliki kemampuan dengan batas deteksi yang rendah sebesar 0.5 salinan/ $\mu\text{L}$ , sedangkan *rapid test antibody* memiliki kemampuan dengan batas deteksi yang lebih tinggi sebesar 10 salinan/ $\mu\text{L}$ . Waktu pengerjaan RT-PC lebih lama 2 - 3 jam sedangkan *rapid test antibody* lebih cepat sekitar 15 - 20 menit. Untuk biaya peralatan dan pemeriksaan RT-PCR mahal dibandingkan *rapid test antibody* yang lebih murah [3].

Paru-paru yang telah terpapar covid-19 memerlukan pemeriksaan lebih lanjut menggunakan teknologi citra medis, diantaranya adalah teknologi yang disebut *CT-scan* (*Computed Tomography Scan*). Citra hasil akusisi atau rekaman hasil *chest CT-scan* dapat membantu memperjelas dugaan yang kuat tentang kelainan paru paru [4]. *CT-scan* merupakan modalitas yang penting dalam praktik neuroradiologi dikarenakan prosedurnya yang akurat, tidak invasif, cepat, hasil pemindaian gambar lebih bagus dan jelas dibandingkan dengan foto *Roentgen* [5].

Dengan teknologi terbaru dapat memanfaatkan pemrosesan citra digital agar hasil yang didapat menjadi lebih akurat. Dalam penelitian ini proses *chest CT-scan* memerlukan proses

tambahan agar informasi terkait deteksi covid-19 terhadap paru-paru yang terpapar lebih mudah dideteksi dengan menggunakan pemrosesan citra digital, maka untuk mencari informasi yang lebih, dibutuhkan pengekstraksian ciri data terhadap data *chest CT-scan* agar mempermudah mendiagnosis covid-19. Untuk melakukan deteksi Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan yaitu, *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi ciri fitur, dan klasifikasi.

Ekstraksi ciri fitur merupakan tahapan yang paling penting dalam proses klasifikasi. Ekstraksi fitur merupakan metode untuk memperoleh beberapa ciri statistik tentang citra, tingkat akurasi pada klasifikasi bergantung pada ekstraksi fitur. Dalam mendeteksi covid-19 banyak fitur yang bisa digunakan untuk melakukan klasifikasi diantaranya menggunakan ekstraksi ciri morfologi, tekstur orde satu dan orde dua (GLCM), Pada ekstraksi morfologi terdapat ciri yang diambil yaitu *area*, *perimeter*, *matric* dan *eccentricity*. Pada ekstraksi tekstur orde satu ciri yang diambil yaitu, *mean*, *varriance*, *skewness*, dan *kurtosis*. sedangkan pada ekstraksi tekstur orde dua (GLCM) terdapat ciri yang diambil yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *Homogeneity* yang kemudian diklasifikasi [6]. Hasil ciri ini yang akan menjadi data untuk meningkatkan performa dari deteksi covid-19.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan diambil diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan ekstraksi fitur dengan menggunakan morfologi, tekstur, dan GLCM?
2. Bagaimana mengklasifikasikan citra *chest CT-scan*?
3. Bagaimana unjuk kerja dari metode ekstraksi fitur dan klasifikasi yang diusulkan ?

## 1.3 Batasan Masalah

Data yang digunakan merupakan hasil *chest CT-scan* yang didapatkan dari *Kaggle*

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh fitur citra *chest CT-scans* dengan menggunakan metode ekstraksi fitur morfologi, tekstur orde satu, dan GLCM
2. Mengevaluasi unjuk kerja dari metode SVM, Naïve Bayes dan KNN dalam mengklasifikasi fitur yang telah didapatkan

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan ekstraksi ciri fitur, maka nantinya diharapkan akan mampu untuk meningkatkan keakuratan dalam mengklasifikasi citra *chest CT-scan* yang ada



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Terdapat beberapa penelitian mengenai identifikasi covid-19 dengan memanfaatkan pengolahan citra digital. Seperti yang dilakukan oleh Tri Deviasari Wulan dan rekannya [7], menggunakan 60 citra *chest CT-scan* baik *nodule* paru-paru maupun bukan. Pada tahap selanjutnya peneliti melakukan *cropping Region of Interest (ROI)* untuk menentukan daerah *nodule* paru yang diinginkan. Daerah *nodule* paru yang telah ditentukan dilakukan proses *cropping* pada daerah tersebut yang nantinya digunakan sebagai data ekstraksi fitur *nodule* paru-paru. Untuk mencari karakteristik yang dimiliki citra hasil *cropping* maka dibutuhkan fitur GLCM menggunakan perhitungan tekstur orde kedua. Pada penelitian ini masukan dari sistem klasifikasi adalah ASM, IDM, entropi, kolerasi dan kontras. Peneliti terdahulu menggunakan klasifikasi *Probabilistic Neural Network (PNN)* untuk membedakan *nodule* paru-paru dan bukan nodul paru-paru. Dari proses penelitian ini didapatkan hasil dari sampel yang diuji, bahwa akurasi sebesar 85%. Pada penelitian hanya menggunakan satu fitur dan satu klasifikasi, yang mana untuk meningkatkan akurasi dapat menggunakan klasifikasi yang berbeda dan juga menambahkan fitur lainnya.

Penelitian oleh Dian Candara Rini Novitasari dan rekannya [8], menggunakan 306 data X-ray yang dibagi menjadi 102 data covid-19, 204 data normal dan *pneumonia*. Selanjutnya pada tahap *pre-processing* semua ukuran gambar diubah sesuai dengan ukuran *input 224x224* karena ukuran awal yang dimiliki sangat beragam. Setelah melalui tahap *pre-processing* dilanjutkan dengan tahapan ekstraksi fitur dengan metode *Convolution Neural Network (CNN)*. Jenis lapisan CNN dibagi menjadi dua, yaitu lapisan ekstraksi fitur dan lapisan yang sepenuhnya terhubung. Ekstraksi fitur yang digunakan berasal dari beberapa jenis arsitektur metode CNN, yaitu *GoogLeNet*, *ResNet50*, *resNet18* dan *ResNet101*. dari beberapa arsitektur tersebut didapatkan pemilihan fitur PCA dan algoritma *Relief*. Peneliti menggunakan klasifikasi SVM untuk mencari nilai *hyperplane* terbaik dari hasil yang diperoleh dengan akurasi sebesar 95.38% pada *resnet50*. Pada penelitian ini data yang digunakan lebih banyak dengan klasifikasi yang dihasilkan tinggi

Saban Ozturk dan rekannya [9], menggunakan 126 data X-ray yang dibagi menjadi 4 data ARds, 101 data covid-19, 2 data normal, 2 data *pneumocystis-pneumonia*, 11 data sars, 6 data *streptococcus*. Peneliti menggunakan fitur ekstraksi GLCM, LBGLCM, GLRLM, SFTA. Terdapat 78 fitur yang dihasilkan dari ekstraksi tersebut. Dari 78 fitur tersebut diperkecil menggunakan algoritma *Stacked Auto-Encoder (SAE)* dan *Principal Component Analysis (PCA)*



menjadi 20 fitur. Peneliti menggunakan algoritma *smote* untuk meningkatkan jumlah sampel yang terkait dengan kelas minoritas dengan memproduksi sampel sintetis pada fitur yang telah digabungkan. Peneliti menggunakan klasifikasi SVM dengan nilai akurasi tertinggi 90%. Performa akurasi dapat dicapai dengan menggunakan fitur-fitur daripada menggunakan metode berbasis CNN.

Terakhir, Nilanjan Dey dan rekannya [10] menggunakan 78 data CTI yang diambil di *database benchmark covid-19*. Penelitian ini mengusulkan *pipeline* berbasis *machine-learning* untuk mendeteksi infeksi covid-19. *Pipeline* yang diimplementasikan terdiri dari beberapa sub-prosedur, bagian awal dari *pipeline* mengimplementasikan segmentasi CTI menggunakan *kapur's entropy thresholding* berbasis *social grup optimization*, diikuti dengan pengelompokan *k-means* dan segmentasi berbasis morfologi. Data yang digunakan diekstraksi menggunakan ekstraksi fitur GLCM, *Hu Moments*, CWT, DWT, EWT. Beberapa ekstraksi tersebut digabungkan menggunakan teknik fusi serial berbasis analisis komponen, kemudian digunakan untuk memvalidasi empat pengklasifikasian yaitu *Random Forest*, *K-Nearest Neighbours* (KNN), *Support Vector Machine* dengan *radial Basis* dan *Decision Tree*. Pada penelitian ini hasil penelitian menunjukkan akurasi dan untuk klasifikasi KNN mempunyai akurasi tertinggi diantara klasifikasi lainnya yang dibandingkan yaitu 87%.

Dari beberapa studi literatur yang diketahui, penggunaan ekstraksi fitur yang beragam atau lebih dari satu akan mempengaruhi tingkat akurasi yang tinggi. Penggunaan dan pemilihan metode klasifikasi yang berbeda juga akan menentukan keakuratan pada diagnosis covid-19 dan memilih metode yang mempunyai akurasi tertinggi. Upaya yang dilakukan untuk peningkatan tersebut yaitu melakukan penggabungan ciri lain dengan menggunakan fitur morfologi, tekstur, dan GLCM. Dan untuk klasifikasi menggunakan tiga metode yaitu KNN, *Naïve Bayes*, dan SVM

## 2.2 Tinjauan Teori

Citra digital merupakan ilmu yang mempelajari citra dengan menerapkan algoritma komputer. Hasil dari proses yang dilakukan menghasilkan karakteristik dari citra asli. Aplikasi dari pengolahan citra digital dapat digunakan untuk mengolah citra *chest CT-scan*. Tujuan utama dari pengolahan citra adalah memperoleh gambar berkualitas tinggi, dengan demikian memudahkan pengamat citra untuk melakukan analisis [11].

### 2.2.1 *Coronavirus Disease 2019*

Covid-19 (*Coronavirus Disease 2019*) merupakan virus RNA (asam *ribonukleat*) yang menginfeksi manusia, tetapi juga tersebar luas menginfeksi berbagai jenis hewan. Covid-19 termasuk dalam garis keturunan B dari *beta-coronaviruses* dan mempunyai 96% identik diseluruh tingkat genom untuk virus korona kelelawar [12].

### 2.2.2 Pemrosesan Citra Digital

Pemrosesan citra digital merupakan pemrosesan untuk meningkatkan kualitas dari citra asli. Pada dasarnya terdapat tiga bidang yang menangani data berupa citra digital yaitu, grafika komputer, visi komputer dan pengolahan citra. Pemrosesan citra terdapat enam jenis operasi yaitu rekonstruksi citra, analisis citra, peningkatan kualitas citra, kompresi citra, segmentasi citra, dan restorasi citra. Pada umumnya informasi pada citra terletak pada strukturnya, agar struktur citra dapat dipahami maka diperlukan penyederhanaan dengan melakukan proses segmentasi citra.

Segmentasi citra merupakan proses mempartisi data citra menjadi beberapa objek atau daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang ada dalam citra. Terdapat beberapa metode dalam segmentasi citra yaitu *Thresholding (global thresholding dan local adaptif thresholding)*, *Connected Labelling*, dan *Clustering (Iterasi, SOM, fuzzy C-means, K-means)* [11]. .

### 2.2.3 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan proses untuk menentukan ciri pemetaan citra dari fitur-fitur asli ke dalam fitur-fitur baru yang diharapkan dapat membedakannya dari objek lain. Dalam tahapan ini ekstraksi fitur yang digunakan ada tiga yaitu fitur morfologi, fitur tekstur orde pertama dan fitur tekstur orde kedua (GLCM).

Dalam ekstraksi morfologi pengolahan citra didasarkan pada bentuk citra. Dalam ekstraksi fitur morfologi terdapat beberapa ciri yang digunakan yaitu *area*, *perimeter*, *eccentricity* dan *metric*. Ekstraksi fitur tekstur dapat membedakan objek satu dengan objek lainnya. Pada fitur tekstur terdapat dua ciri statistik yaitu orde pertama dan orde kedua. Orde pertama umumnya digunakan untuk membedakan tekstur makrostruktur (pengulangan pola lokal secara periodik), sedangkan orde kedua (GLCM) biasanya didasarkan pada probabilitas hubungan antara orientasi sudut tertentu dengan dua piksel pada jarak. Pada orde pertama terdapat beberapa ciri yaitu *kurtosis*, *variance*, *skewness*, dan *mean*, sedangkan pada orde dua

(GLCM) ciri yang dimiliki yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* [6]. Dalam tahapan ini digunakan ekstraksi morfologi, tekstur orde satu dan orde dua [21]

a. Fitur tekstur orde satu

Ekstraksi fitur tekstur orde satu memiliki pola tertentu dari suatu piksel yang muncul secara berulang dengan arah dan interval jarak tertentu [21]. Fitur ini didasarkan pada karakteristik *histogram* citra. Berikut ini beberapa parameter ciri yang digunakan:

- *Mean* ( $\mu$ )

Rata-rata dari intensitas citra *histogram* yang menunjukkan ukuran *disperse* dari citra. Nilai *mean* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1

$$\mu = \sum_i \sum_j (i, j) p(i, j) \quad (2.1)$$

- *Variance* ( $\sigma^2$ )

Merupakan variasi elemen pada *histogram* dari suatu citra. Nilai *variance* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2

$$\sigma^2 = \sum_i \sum_j ((i, j) - \mu)^2 \cdot p(i, j) \quad (2.2)$$

- *Skewness* ( $\alpha^3$ )

Merupakan tingkat kemiringan relatif kurva *histogram* dari citra. Nilai *skewness* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$\alpha^3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_i \sum_j ((i, j) - \mu)^3 \cdot P(i, j) \quad (2.3)$$

- *Kurtosis* ( $\alpha^4$ )

Merupakan tingkatan keruncingan relatif kurva *histogram* citra. Nilai *kurtosis* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4

$$\alpha^4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_i \sum_j ((i, j) - \mu)^4 \cdot p(i, j) - 3 \quad (2.4)$$

Dimana:

$i$  = baris

$j$  = kolom

$P(i,j)$  = baris elemen ke  $i$  dan kolom ke  $j$  pada matrik

$\mu$  = nilai rata-rata citra

$\sigma$  = nilai deviasi citra

b. *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*

Metode GLCM merupakan fungsi statistik orde kedua. GLCM digunakan untuk mengetahui jumlah pasangan piksel yang berbeda posisinya berdasarkan nilai kecerahan piksel pada citra tersebut [22]. Metode ini memiliki beberapa ciri tekstur yang dapat diekstraksi dengan matriks kookurensi, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:

- Energi (*Energy*)

Energi digunakan untuk menentukan intensitas keabuan dengan ukuran konsentrasi pasangan tertentu. Nilai *energy* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5.

$$Energy = \sum_i \sum_j P(i^2j) \quad (2.5)$$

- Kontras (*Contrast*)

Kontras merupakan perhitungan yang berhubungan dengan jumlah keberagaman intensitas yang ada pada citra keabuan. Nilai kontras dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i - j)^2 (P_{ij}) \quad (2.6)$$

- Homogenitas (*Homogeneity*)

Homogenitas digunakan untuk menentukan jumlah level keabuan yang semakin tinggi. Nilai homogenitas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.7

$$Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{P((i,j))}{1+|i-j|} \quad (2.7)$$

- Korelasi (*Correlation*)

Korelasi merupakan perhitungan untuk memberikan petunjuk struktur linier dalam citra dengan menunjukkan ketergantungan linier derajat keabuan. Nilai Korelasi dapat dihitung dengan persamaan 3.8

$$Correlation = \sum_i \sum_j \frac{(i-\mu_x)(j-\mu_y) P(i,j)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.8)$$

Dimana:

$i$  = baris

$j$  = kolom

$P(i, j)$  = baris elemen ke  $i$  dan kolom ke  $j$  dari matriks

$\mu_x$  = nilai rata-rata baris

$\mu_y$  = nilai rata-rata kolom

$\sigma_x$  = standar deviasi dihitung berdasarkan baris

$\sigma_y$  = standar deviasi dihitung berdasarkan kolom

c. Morfologi

Ekstraksi fitur morfologi digunakan untuk melihat ciri bentuk pada citra. Beberapa ciri bentuk yang digunakan beserta persamaannya dapat dilihat berikut ini [23]:

- *Area*

*Area* didefinisikan sebagai jumlah piksel diwilayah objek citra

- *Perimeter*

*Perimeter* didefinisikan sebagai jumlah piksel yang mengelilingi objek citra

- *Eccentricity*

*Eccentricity* merupakan perbandingan antara jarak *focli ellips minor* dan *focli ellips mayor*. Rentang nilai 0 untuk lingkaran dan nilai 1 untuk ruas garis. Nilai *eccentricity* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9.

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (2.9)$$

Dimana:

$e$  = *eccentricity*

$b$  = panjang *foci ellips minor*

$a$  = panjang *ellips mayor*

- *Metric*

Metric merupakan nilai perbandingan antara nilai perimeter dan nilai area pada objek. Rentang nilai metric antara 0 hingga 1. Nilai metric dapat dihitung dengan persamaan 2.10.

$$Metric = \frac{4\pi \times area}{perimeter^2} \quad (2.10)$$

## 2.2.4 K-Nearest Neighbors (KNN)

*K-Nearest Neighbors* adalah salah satu metode klasifikasi dengan pendekatan *supervised learning*[13]. *K-Nearest Neighbors* merupakan pengklasifikasi berdasarkan kedekatan lokasi atau jarak suatu data dengan data lainnya yang didasarkan dengan parameter nilai K. Dengan menggunakan metode ini parameter nilai K sangat dibutuhkan. Nilai K umumnya menggunakan nilai ganjil sehingga tidak ada tetangga terdekat (*nearest neighbors*) yang memiliki jumlah yang sama saat menentukan hasil akhir dari klasifikasi *K-Nearest Neighbors* (KNN) [14]. Jauh atau dekatnya jarak dapat dihitung melalui besaran jarak yang telah ditentukan dengan menggunakan jarak *Euclidean distance*, jarak *Minkowski*, dan jarak *Mahalanobis*. Namun jarak *Euclidean distance* seringkali digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Konsep jarak *Euclidean distance* melakukan semua perubahan adalah bebas (tidak berkolerasi). Jarak *Euclidean distance* adalah besarnya jarak suatu garis lurus antara objek satu dengan objek lainnya. *Euclidean distance* dijelaskan pada persamaan 2.11.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{n=1}^p (x_{ip} - x_{jp})^2} \quad (2.11)$$

Dimana

$X_{ip}$  = data *testing ke-i* pada *variable ke-p*

$X_{jp}$  = data *training ke-j* pada *variable ke-p*

$D(x_i, x_j)$  = jarak *euclidean*

$p$  = dimensi data *variable* bebas

### 2.2.5 Naïve Bayes

*Naïve Bayes* merupakan pengklasifikasian probabilitas sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menghitung frekuensi dan kombinasi data tertentu. Algoritma menggunakan teorema bayes yang mengasumsikan bahwa semua *variable* independen mempertimbangkan *variable* kelas [15]. Teorema Bayes adalah rumus matematika yang digunakan untuk menentukan probabilitas bersyarat seperti persamaan 2.12

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B)} \quad (2.12)$$

$P(A|B)$  adalah probabilitas kemunculan peristiwa A saat peristiwa B terjadi,  $P(A)$  adalah probabilitas terjadinya peristiwa A,  $P(B|A)$  adalah probabilitas terjadinya peristiwa B saat peristiwa A terjadi,  $P(B)$  adalah probabilitas terjadinya B.

### 2.2.6 Support Vector Machine (SVM)

*Support Vector Machine* (SVM) merupakan metode *machine learning* yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan untuk *hyperplane* yang memisahkan dua buah *class* pada *input space*. *Pattern* yang merupakan anggota dari dua buah kelas +1 dan -1 dan berbagai alternatif garis pemisah (*discrimination boundaries*). *Margin* adalah Jarak antara *hyperplane* dengan *pattern* terdekat dari masing-masing kelas. *Pattern* yang paling dekat disebut sebagai *support vector*. Lokasi *hyperplane* merupakan ini dari proses pembelajaran pada SVM [16]. SVM dijelaskan pada persamaan 2.13, 2.14 dan ilustrasi SVM dijelaskan pada Gambar 2.1 [17].

$$f(x) = w \cdot x + b \quad (2.13)$$

atau

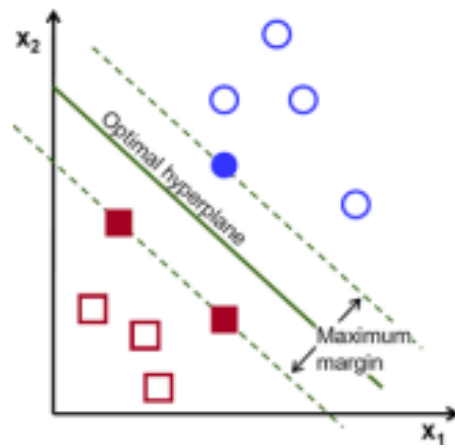
$$f(x) = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_i K(x, x_i) + b \quad (2.14)$$

Dimana

- $w$  = garis tegak lurus antara garis *hyperplane* dan titik SVM
- $x$  = titik data masukkan SVM
- $\alpha_i$  = nilai bobot setiap titik data
- $K(x, x_i)$  = fungsi *kernel*

b

= nilai *bias*



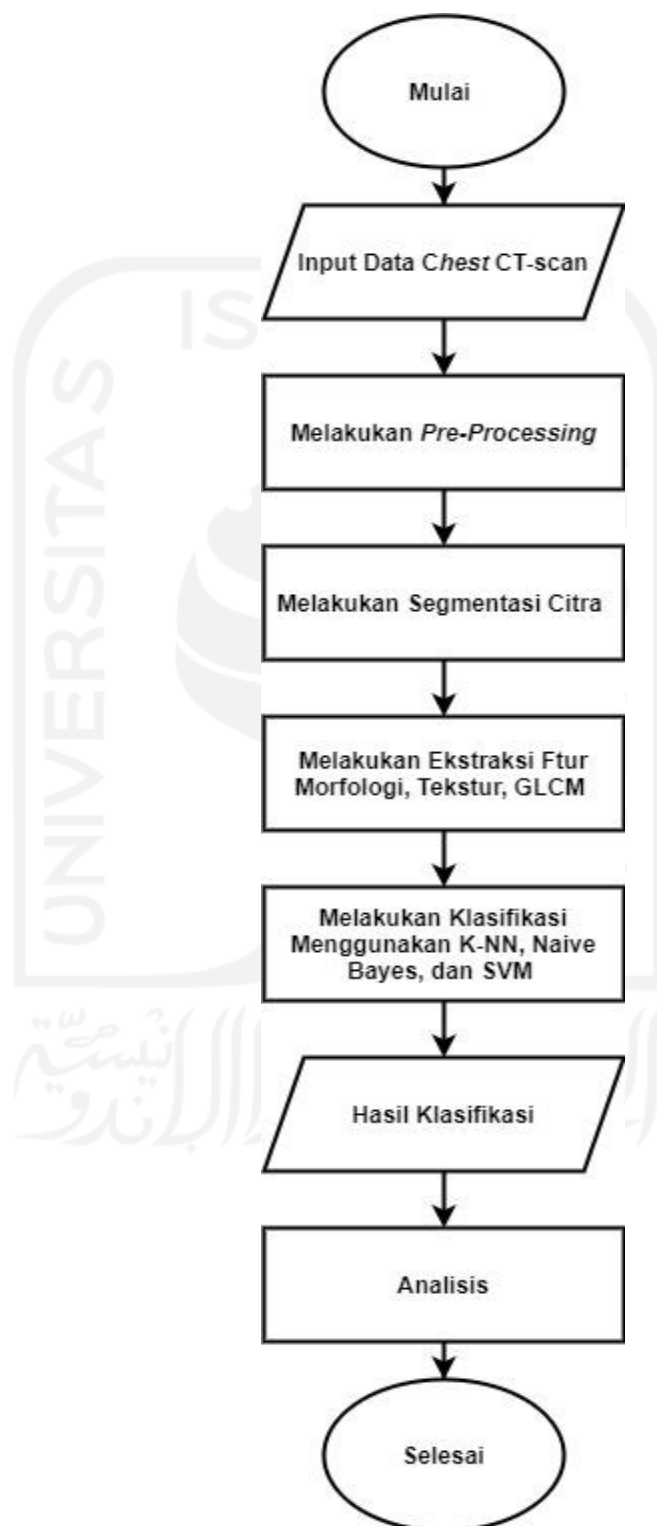
Gambar 2.1 Ilustrasi metode SVM[17]





## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

### 3.1.1 Dataset

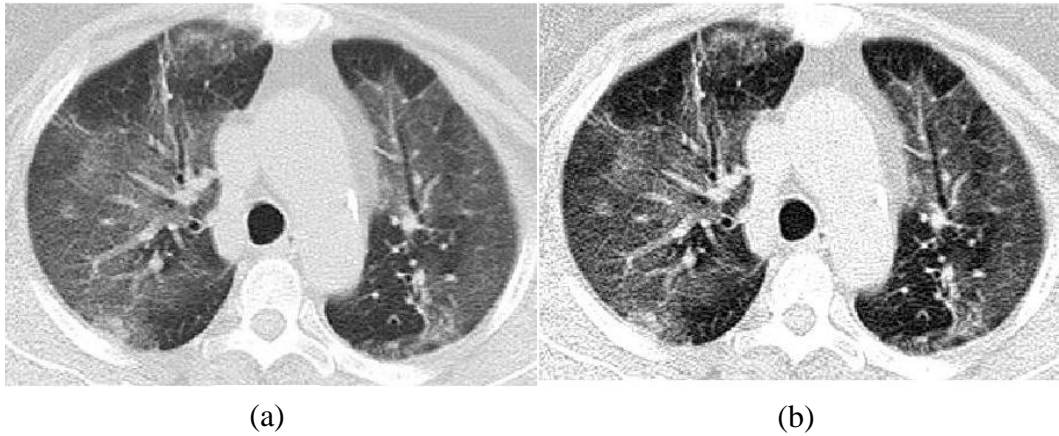
Dataset yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data *Kaggle* [18]. *Kaggle* adalah *database* yang berisi gambar digital untuk mendeteksi berbagai macam penyakit, salah satunya covid-19 yang diambil menggunakan proses *chest CT-scan* yang menghasilkan gambar *grayscale*. Gambar *grayscale* ini mendukung 8 bit dengan rentang nilai 0-255 yang mewakili intensitas cahaya. Dataset yang digunakan berisikan gambar citra *chest CT-scan* dengan format JPG yang memiliki ukuran 390x280. Data yang digunakan berjumlah 130 data yang dibagi menjadi dua kelas yaitu 55 data non covid yang didefinisikan kelas 0 dan 75 data covid yang didefinisikan sebagai kelas 1. Dataset ini akan digunakan sebagai *input* data *Matlab* untuk diproses pada tahap *pre-processing*, segmentasi dan ekstraksi fitur dan proses *Matlab* tersebut dijelaskan pada lampiran 4. Hasil citra *chest CT-scan* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 citra *chest CT-scan*

### 3.1.2 Pre-Processing

*Pre-processing* dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra asli. Pada penelitian ini *Pre-processing* dilakukan dengan menggunakan *Edge-aware local contrast*. *Edge-aware local contrast* digunakan untuk meningkatkan kontras lokal dari *grayscale* atau gambar RGB. Proses *pre-processing* dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Citra asli(a) dan citra setelah di *pre-processing*(b)

Dari Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa tahapan *pre-processing* pada penelitian ini, berikut adalah penjelasan beberapa tahapan *pre-processing* tersebut:

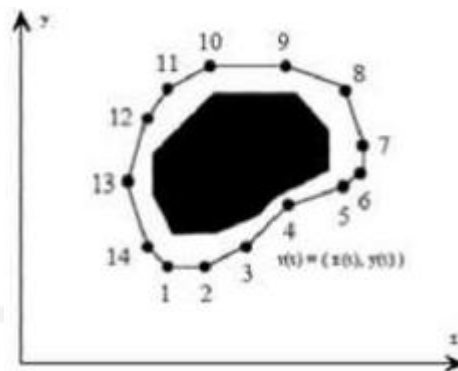
- Tahap pertama, dilakukan pengolahan citra menggunakan aplikasi matlab dengan input data adalah citra *grayscale* yang dihasilkan dari proses *chest CT-scan*
- Tahap kedua, setelah tahap pertama dilakukan citra *grayscale* diberikan fungsi *edgeThreshold* yang mendefinisikan amplitudo intensitas minimum dari tepi untuk dibiarkan utuh dalam kisaran 0-1, dimana jika nilai mendekati 0 citra akan mendekati gambar aslinya, sedangkan jika mendekati nilai 1 citra akan meningkatkan intensitas *contrast* dari gambar tersebut.
- Tahap terakhir, setelah data diberi fungsi *edgeThreshold* selanjutnya yaitu mengatur parameter nilai *edgeThreshold* untuk menyesuaikan tingkat kontras yang diinginkan. Pada penelitian ini dengan menggunakan *edgeThreshold* 0.9 proses yang dilakukan sudah maksimal untuk meningkatkan kualitas kontras dari citra, sedangkan jika *edgeThreshold* diberikan nilai 1 proses *pre-processing* mengalami *error* yang mengakibatkan citra tidak dapat ditingkatkan kualitasnya

Dalam proses ini diperlukan untuk melihat lebih jelas bagian daerah mana yang telah terpapar oleh covid-19.

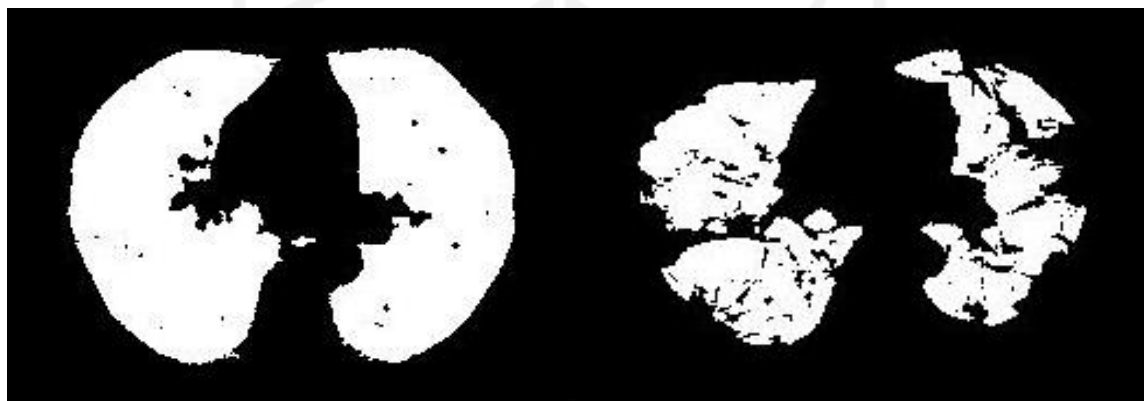
### 3.1.3 Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan pengubahan gambar menjadi kumpulan wilayah piksel yang diwakili oleh *mask* dan gambar berlabel, Dengan membagi gambar menjadi beberapa segmen yaitu *background* dan *foreground*. Metode yang digunakan untuk proses segmentasi ini menggunakan *active contour*, metode ini menggunakan model kurva tertutup yang bergerak melebar ataupun menyempit dengan cara meminimumkan energi citra eksternal dan juga

dipengaruhi garis ataupun tepi (*edge*). Proses segmentasi dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4 *Active contour* sebagai titik terkendali



(a)

(b)

Gambar 3.5 Hasil segmentasi *Active contour* non covid(a) dan covid (b)

Dari Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa tahapan segmentasi pada penelitian ini, berikut adalah penjelasan beberapa tahapan segmentasi tersebut:

- Tahap pertama, *input* data segmentasi merupakan hasil dari proses *pre-processing* yang telah ditingkatkan dengan menggunakan *edgeThreshold*
- Tahap kedua, pada proses *active contour* citra dibutuhkan iterasi nilai  $n$  yang digunakan untuk menginisialisasikan bagian paru-paru *foreground* pada proses segmentasi [19] dan merupakan titik terkendali yang berurutan satu sama lainnya, dengan nilai  $n$  yang digunakan sebesar 500. Pada penelitian ini nilai  $n$  yang digunakan sebesar 500 karena untuk memilih paru-paru *foreground* yang utuh, sedangkan jika nilai  $n$  dibawah 500 paru-paru tidak semuanya terpilih sebagai *foreground*.

- Tahap terakhir, setelah tahap kedua dilakukan selanjutnya yaitu memisahkan bagian *foreground* dan *background* pada paru-paru dengan menggunakan metode *active contour*. Dengan *active contour* bagian dari paru-paru dipilih sebagai *foreground* yang telah diminimumkan energi citranya dengan model kurva tertutup seperti Gambar 3.5, sedangkan bagian yang tidak terpilih merupakan bagian *background* dari paru-paru.

Dengan segmentasi ini, citra keabuaan akan diubah menjadi citra biner sehingga akan diketahui daerah yang merupakan objek *foreground* dan *background*.

### 3.1.4 Proses Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan langkah terpenting dari klasifikasi, karena fitur-fitur yang baik dapat meningkatkan tingkat akurasi dan fitur-fitur yang tidak baik dapat memperburuk tingkat akurasi [20]. Diketahui bahwa terdapat beberapa tahapan ekstraksi fitur pada penelitian ini, berikut adalah penjelasan beberapa tahapan ekstraksi fitur tersebut:

- Tahap pertama, *Input* dari pengolahan ekstraksi fitur merupakan data hasil gambar yang telah melalui tahap *pre-processing* dan segmentasi, dengan hasil akhir dari proses tersebut adalah citra biner dengan *foreground* paru-paru. Bagian *foreground* merupakan bagian yang penting untuk menghasilkan beberapa ciri fitur yang digunakan sebagai informasi yang menentukan kriteria nilai dari citra covid-19. terdapat tiga fitur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu morfologi, tekstur orde satu, dan GLCM
- Tahap kedua, hasil citra segmentasi diproses menggunakan fitur morfologi untuk mencari nilai ciri yaitu *area*, *perimeter*, *eccentricity* dan *metric*
- Tahap ketiga, hasil citra segmentasi diproses menggunakan fitur tekstur orde satu untuk mencari nilai ciri yaitu *kurtosis*, *variance*, *skewness*, dan *mean*
- Tahap terakhir, hasil citra segmentasi diproses menggunakan fitur GLCM untuk mencari nilai ciri yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

Tahapan mencari nilai dari ketiga fitur tersebut dilakukan secara otomatis menggunakan *Matlab*, agar dapat mempermudah dalam proses pengolahan data. Nilai hasil ekstraksi ketiga fitur tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai input pengklasifikasian data *RapidMiner*

### 3.1.5 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses yang memberikan kesimpulan untuk mengkategorikan kelas. Terdapat dua kelas yang digunakan dalam proses klasifikasi yaitu non covid dan covid. Pada proses klasifikasi menggunakan bantuan aplikasi *RapidMiner* untuk mempermudah pengklasifikasian ciri fitur yang digunakan. Terdapat beberapa tahapan

*RapidMiner* (Proses pengklasifikasian *RapidMiner* ini dapat dilihat pada lampiran 5) pada penelitian ini, berikut adalah penjelasan beberapa tahapan *RapidMiner* tersebut:

- Tahap Pertama, input data *RapidMiner* adalah data *excel* yang berisi nilai ekstraksi fitur yang telah dikategorikan kelasnya
- Tahap kedua, nilai ekstraksi tersebut dinormalisasi untuk mengubah skala nilai atribut agar sesuai dalam rentang tertentu. Pada proses ini digunakan normalisasi *proportion range*, dimana setiap nilai atribut dinormalisasi sebagai proporsi dari jumlah total atribut masing masing, yaitu nilai atribut dibagi dengan jumlah total nilai atribut.
- Tahap ketiga, data yang telah dinormalisasi selanjutnya dipisahkan menjadi data *testing* dan data training menggunakan operator *cross-validation* untuk memperkirakan kinerja statistik dari data yang digunakan
- Tahap keempat, data *testing* dan data *training* digabungkan (130 data) untuk diklasifikasi menggunakan klasifer KNN, SVM, dan *Naïve Bayes*
- Tahap terakhir, dari hasil klasifer tersebut didapatkan hasil untuk menentukan performa dari deteksi covid-19.

### 3.2 Metode Evaluasi

Hasil yang didapat adalah hasil nilai fitur yang telah diklasifikasi terhadap data *training* dan data *testing* yang telah digabungkan dan diklasifikasi menggunakan metode KNN, Naïve Bayes, dan SVM dengan bantuan *tool machine learning* pada *RapidMiner*.

#### 3.2.1 Cross-validation

*Cross-validation* merupakan operator yang melakukan validasi silang untuk memperkirakan kinerja statistik dari operator pembelajaran (biasanya terdapat pada kumpulan data yang tidak terlihat). Terutama digunakan untuk memperkirakan seberapa akurat model dengan menggunakan parameter nilai *K-fold*. Prinsip dari *K-fold* adalah membagi tiap kelompok data yang digunakan untuk data pelatihan dan data pengujian sejumlah K, dimana nilai *K-fold* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5,7 dan 10. Sejumlah 130 data digunakan akan dibagi menjadi data *training* dan *testing* dengan persentase yaitu :

- 80% (104 data) pelatihan dan 20% (26 data) pengujian untuk nilai *K-fold* 5
- 85.71% (112 data) pelatihan dan 14.29%(18 data) pengujian untuk nilai *K-fold* 7
- 90% (117 data) pelatihan dan 10% (13 data) pengujian untuk nilai *K-fold* 10.



Data *training* dan *testing* ini yang akan menjadi *input* klasifikasi dengan penggabungan kedua data sebagai struktur dari prosedur diagnosis *actual* dan *predicted*.

### 3.2.2 Confusion Matrix

*Confusion matrix* sangat diperlukan sebagai struktur umum dari prosedur diagnosis *actual* dan *predicted* [24]. Tabel *Confusion matrix* dijelaskan pada Tabel 3.1

Table 3.1 *Confusion matrix*[24]

|                        | <i>Actual True</i>         | <i>Actual False</i>        |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Predicted True</i>  | <i>True Positive (TP)</i>  | <i>False Negative (FN)</i> |
| <i>Predicted False</i> | <i>False Positive (FP)</i> | <i>True Negative (TN)</i>  |

Keterangan:

TP : *true positive* (banyaknya citra covid yang berhasil terdeteksi sebagai covid).

TN : *true negative* (banyaknya citra non covid yang berhasil terdeteksi sebagai non covid).

FP : *false positive* (banyaknya citra covid yang terdeteksi sebagai non covid).

FN : *false negative* (banyaknya citra non covid yang terdeteksi sebagai covid).

Unjuk kerja pada sistem dihitung berdasarkan parameter berikut:

1. *True Positif (TP)*, *False Positif (FP)*, *False Negatif (FN)* dan *True Negatif (TN)*
2. Akurasi

Akurasi merupakan ketepatan suatu hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya. Nilai akurasi dihitung menggunakan persamaan 3.11.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100 \% \quad (3.11)$$

3. Sensitivitas

Sensitivitas menunjukkan kemungkinan pengujian/*testing* bernilai benar dengan mengidentifikasi subjek yang memang terdeteksi sebagai terinfeksi covid. Nilai sensitivitas dihitung menggunakan persamaan 3.12.

$$sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \% \quad (3.12)$$

#### 4. Spesifisitas

Spesifisitas menunjukkan kemungkinan pengujian/*testing* bernilai benar dengan mengidentifikasi orang yang memang terdeteksi sebagai pasien non covid. Nilai spesifisitas dihitung menggunakan persamaan 3.13

$$\text{spesifisitas} = \frac{TN}{TN+FP} \times 100 \% \quad (3.13)$$





## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Ekstraksi Fitur

Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 merupakan ekstraksi ciri fitur pada beberapa pengujian yang dilakukan dengan menggunakan proses *Matlab*. Dari ketiga fitur yang digunakan menghasilkan 12 ciri dengan nilai yang berbeda. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan pada masing-masing ciri fitur yang telah dijelaskan pada bagian BAB 3. Nilai ciri ini yang akan digunakan sebagai masukan klasifikasi dan digunakan sebagai ciri covid yang didefinisikan kelas 1 dan non covid didefinisikan kelas 0. Dari nilai data ciri tersebut dapat dilihat nilai area non covid lebih besar dengan dibandingkan dengan covid yaitu dengan selisih sekitar 1000 piksel, hal ini menunjukkan paru-paru yang telah terpapar akan mengurangi nilai area pada ciri tersebut. Nilai kontras yang semakin rendah mendekati nilai 0 maka paru-paru telah terpapar covid sedangkan jika kontras lebih mendekati ke nilai 1 maka cenderung sebagai non covid karena pada intensitas citra paru-parunya masih utuh dan dapat dilihat dari hasil tersebut nilai kontras pada non covid sedikit lebih besar dibandingkan dengan covid. Dari ciri fitur *Eccentricity* terdapat sedikit perbedaan antara nilai covid dan non covid, dimana pada non covid lebih besar dibandingkan dengan covid yaitu sebesar 0.77, sedangkan pada covid terjadi penurunan menjadi 0.60 pada nilai cirinya. Pada nilai ciri *variance* non covid mempunyai nilai ciri yang lebih tinggi dibandingkan dengan covid, dimana pada ciri covid terjadi penurunan nilai sebesar 0.1. Pada nilai ciri *mean* non covid mempunyai nilai ciri yang lebih besar dibandingkan dengan covid, dimana pada nilai ciri covid terjadi penurunan sebesar 0.2 pada nilai cirinya. Pada ciri energi non covid mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan covid, dimana pada covid terjadi peningkatan nilai sebesar 0.2. Untuk nilai ciri lainnya tidak kelihatan perbedaannya secara signifikan. Keseluruhan hasil dari ekstraksi fitur morfologi terdapat pada lembar lampiran 1, keseluruhan hasil ekstraksi fitur tekstur orde satu terdapat pada lampiran 2, dan keseluruhan hasil ekstraksi fitur GLCM terdapat pada lembar lampiran 3

Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi dari Morfologi

| No | Area  | Perimeter           | Eccentricity      | Metric            | Kelas |
|----|-------|---------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1  | 32249 | 850.743.000.000.000 | 0.773172271588757 | 0.318265978150990 | 0     |
| 2  | 31237 | 935.753.000.000.000 | 0.770739722096903 | 0.228314434520010 | 0     |
| 3  | 29976 | 103.474.100.000.000 | 0.775436718474676 | 0.157483837303359 | 0     |
| 4  | 10821 | 680.739.000.000.000 | 0.720677850522198 | 0.293437758392655 | 1     |
| 5  | 14832 | 794.522.000.000.000 | 0.746319519076733 | 0.295255316540860 | 1     |
| 6  | 14785 | 120.494.000.000.000 | 0.608816959663138 | 0.127967695598492 | 1     |

Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi dari Tekstur Orde Satu

| No | Variance          | Skewness           | Kurtosis             | Mean              | Kelas |
|----|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------|
| 1  | 0,228836876308583 | 0,0665803220748335 | -592.826.207.156.743 | 0,354524491094148 | 0     |
| 2  | 0,233461497676148 | 0,0600472817334160 | -593.005.131.501.542 | 0,371397891448653 | 0     |
| 3  | 0,213383265148237 | 0,0816639080965847 | -592.321.398.838.773 | 0,308645003065604 | 0     |
| 4  | 0.107592602461392 | 0.0812042356831022 | -592.713.590.185.185 | 0.122630953125978 | 1     |
| 5  | 0.118601194955134 | 0.0859834304994869 | -592.359.753.537.922 | 0.137510269049086 | 1     |
| 6  | 0.117352926746313 | 0.0854816225330980 | -592.396.220.150.146 | 0.135792540914265 | 1     |

Tabel 4.3 Hasil Ekstraksi dari GLCM

| No | Contrast           | Energy            | Homogeneity       | Correlation       | kelas |
|----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1  | 0,0184696814286472 | 0,522814731229738 | 0,990765159285676 | 0,959772948292811 | 0     |
| 2  | 0,0155239638826348 | 0,516529864078844 | 0,992238018058683 | 0,966848426243159 | 0     |
| 3  | 0,0166065162117804 | 0,556248231050881 | 0,991696741894110 | 0,961150873453412 | 0     |
| 4  | 0.0132231441668999 | 0.771326828926442 | 0.993388427916550 | 0.938683180495748 | 1     |
| 5  | 0.0144327817731747 | 0.748093343576618 | 0.992783609113413 | 0.939284750244347 | 1     |
| 6  | 0.0127707483661782 | 0.752204498382307 | 0.993614625816911 | 0.945706844997440 | 1     |

## 4.2 Hasil Klasifikasi

Pada tahap ini merupakan hasil klasifikasi yang dilakukan dengan menggunakan nilai ekstraksi fitur yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini, *RapidMiner* digunakan untuk mengklasifikasikan data yang berasal dari hasil ekstraksi ciri fitur yang dilakukan di *Matlab*. Data klasifikasi yang dilakukan menggunakan fitur morfologi, tekstur orde satu, tekstur orde dua (GLCM), penggabungan fitur morfologi dengan fitur tekstur orde satu, penggabungan fitur morfologi dengan fitur tekstur orde dua (GLCM), penggabungan fitur tekstur orde satu dengan

orde dua (GLCM), dan penggabungan ketiga fitur tersebut. Setiap fitur mempunyai beberapa nilai ciri yang nantinya diolah dengan menggunakan metode klasifikasi KNN, *Naïve Bayes*, dan SVM. Metode klasifikasi ini digunakan untuk menentukan dua kelas yang berbeda yaitu non covid dan covid.

Pada penelitian yang dilakukan menggunakan dataset pengujian dan dataset pelatihan. Dataset tersebut dipisahkan menggunakan *K-fold Cross Validation*. Metode ini bertujuan untuk memvalidasi keakuratan dengan melakukan prediksi model yang dibangun berdasarkan dataset tertentu. Data yang digunakan dalam proses pembentukan model dibagi menjadi dataset pelatihan dan pengujian dengan nilai *K-fold* yang berbeda-beda, nilai *K-fold* yang digunakan yaitu 5, 7, dan 10.

Dari percobaan yang diuji nilai TP, TN, FP, dan FN merupakan hasil dari nilai penggabungan antara data pelatihan dan data pengujian. Tinggi nilai TP dan rendahnya nilai FN akan meningkatkan nilai sensitifitas, sedangkan tinggi nilai TN dan rendahnya nilai FP akan meningkatkan nilai spesifisitas. Pada performa klasifikasi morfologi mempunyai tingkat akurasi sensitifitas dan spesifisitas tinggi diantara semua performa yang telah diujikan yaitu di atas 90%. klasifikasi dengan menggunakan metode KNN memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan tingkat kesalahan yang rendah untuk penggabungan beberapa fitur yang telah diuji dibandingkan dengan penggunaan metode *Naïve Bayes* dan SVM. Hasil perfroma/unjuk kerja tersebut dijelaskan pada Tabel 4.4 – 4.10.

#### 4.2.1 Performa Klasifikasi Fitur Morfologi

Tabel 4.4 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi

| Metode      | Number of fold | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas | Spesifisitas  |
|-------------|----------------|----|----|----|----|---------------|--------------|---------------|
| KNN         | 5              | 74 | 54 | 1  | 1  | 98,46%        | 98,67%       | 98,18%        |
|             | 7              | 74 | 54 | 1  | 1  | 98,46%        | 98,67%       | 98,18%        |
|             | 10             | 74 | 54 | 1  | 1  | <b>98,46%</b> | 98,67%       | <b>98,18%</b> |
| Naïve Bayes | 5              | 74 | 51 | 1  | 4  | 96,15%        | 94,87%       | 98,07%        |
|             | 7              | 73 | 54 | 2  | 1  | 97,70%        | 98,64%       | 96,42%        |
|             | 10             | 74 | 54 | 1  | 1  | 98,46%        | 98,66%       | 98,18%        |
| SVM         | 5              | 73 | 55 | 2  | 0  | 98,46%        | 100%         | 96,49%        |
|             | 7              | 73 | 55 | 2  | 0  | 98,46%        | 100%         | 96,49%        |
|             | 10             | 73 | 55 | 2  | 0  | <b>98,46%</b> | <b>100%</b>  | 96,49%        |

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 hasil klasifikasi morfologi menggunakan nilai *fold* yang berbeda-beda. Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN dan metode SVM mempunyai tingkat nilai akurasi yang sama 98,46%. kemudian untuk nilai sensitifitas tertinggi terdapat pada

metode SVM dengan nilai sensitifitas 100%. sedangkan tingkat spesifisitas tertinggi terdapat metode KNN dengan nilai spesifisitas 98,18%. dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur morfologi mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 74 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 54 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 98,67% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid rendah yakni 1.33%. Sehingga, dengan penggunaan fitur morfologi dapat mendiagnosis covid dan non covid, hal ini dikarenakan pada semua nilai ciri yang dihasilkan oleh penggunaan fitur morfologi dapat mengakomodasi sistem klasifikasi yang digunakan dalam mendiagnosis covid dan non covid.

#### 4.2.2 Performa dari klasifikasi Fitur Tekstur

Tabel 4.5 Performa dari Klasifikasi Fitur Tekstur

| Metode      | Number of fold | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|----------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5              | 58 | 32 | 17 | 23 | 69.23%        | 71.60%        | 65.30%        |
|             | 7              | 51 | 36 | 24 | 19 | 66.79%        | <b>72.85%</b> | 60.00%        |
|             | 10             | 56 | 34 | 19 | 21 | <b>69.23%</b> | 72.72%        | 64.15%        |
| Naïve Bayes | 5              | 53 | 13 | 22 | 42 | 50.77%        | 55.78%        | 37.14%        |
|             | 7              | 62 | 11 | 13 | 44 | 56.10%        | 58.49%        | 45.83%        |
|             | 10             | 60 | 11 | 15 | 44 | 54.62%        | 57.69%        | 42.30%        |
| SVM         | 5              | 72 | 6  | 2  | 49 | 60.77%        | 59.50%        | 75.00%        |
|             | 7              | 68 | 5  | 7  | 50 | 56.22%        | 57.62%        | 41.66%        |
|             | 10             | 73 | 8  | 2  | 47 | 62.31%        | 60.83%        | <b>80.00%</b> |

Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas tinggi pada metode KNN dan spesifisitas yang tinggi pada SVM. Nilai tingkat akurasi tertinggi terdapat pada *fold* 10 dengan nilai akurasi 69.23%. Kemudian untuk nilai sensitifitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai sensitifitas 72.85%. Sedangkan tingkat spesifisitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai spesifisitas 80.00%. Klasifikasi KNN menunjukkan bahwa fitur tekstur dengan nilai *fold* 10 mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 56 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 34 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 72.72% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid yakni 27.28%. Performa/unjuk kerja yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan fitur morfologi yang mempunyai performa yang lebih tinggi, hal ini memungkinkan pada fitur tekstur ciri yang dihasilkan tidak semua dapat mengakomodasi metode klasifikasi yang digunakan dalam mendiagnosis covid dan non covid. Pada pengujian ini metode klasifikasi KNN lebih tepat digunakan dibandingkan *Naïve Bayes* dan SVM karena beberapa ciri fitur tekstur lebih dapat mengakomodasi pada metode KNN.

### 4.2.3 Performa dari Klasifikasi Fitur GLCM

Tabel 4.6 Performa dari Klasifikasi Fitur GLCM

| Metode      | <i>Number of fold</i> | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5                     | 56 | 37 | 19 | 18 | <b>71.54%</b> | 75.67%        | <b>66.07%</b> |
|             | 7                     | 53 | 38 | 22 | 17 | 70.01%        | 75.71%        | 63.33%        |
|             | 10                    | 52 | 39 | 23 | 16 | 70.00%        | <b>76.47%</b> | 62.9032       |
| Naïve Bayes | 5                     | 40 | 36 | 35 | 19 | 58.46%        | 67.79%        | 50.70%        |
|             | 7                     | 38 | 36 | 37 | 19 | 56.98%        | 66.66%        | 49.31%        |
|             | 10                    | 39 | 37 | 36 | 18 | 58.46%        | 68.42%        | 50.68%        |
| SVM         | 5                     | 55 | 24 | 20 | 31 | 60.77%        | 63.95         | 54.54%        |
|             | 7                     | 61 | 22 | 14 | 33 | 63.87%        | 64.89%        | 61.11%        |
|             | 10                    | 49 | 27 | 26 | 28 | 58.46%        | 63.63%        | 50.94%        |

Dari Tabel 4.6, terlihat bahwa dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan dengan *Naïve Bayes* dan SVM. Tingkat akurasi tertinggi terdapat pada *fold* 5 dengan nilai akurasi 71.54% dilanjutkan dengan nilai sensitifitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai sensitifitas 76.47%. Sedangkan tingkat spesifisitas tertinggi terdapat pada *fold* 5 dengan nilai spesifisitas 66.07%. Dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur GLCM dengan nilai *fold* 5 mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 56 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 37 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 75.67% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid yakni 24.33%. Sehingga, dengan menggunakan fitur GLCM, performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan fitur morfologi yang mempunyai performa yang lebih tinggi, tetapi performa pada GLCM sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan ciri tekstur. Hal ini memungkinkan pada fitur GLCM ciri yang dihasilkan juga tidak menyeluruh dapat mengakomodasi metode klasifikasi yang digunakan dalam mendiagnosis covid dan non covid. Pada pengujian ini metode dengan menggunakan klasifer KNN lebih tepat digunakan dibandingkan *Naïve Bayes* dan SVM karena beberapa ciri fitur GLCM lebih dapat mengakomodasi pada klasifer KNN.

#### 4.2.4 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur

Tabel 4.7 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologo+Tekstur

| Metode      | <i>Number of fold</i> | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5                     | 58 | 48 | 17 | 7  | 81,54%        | 89,23%        | 73,84%        |
|             | 7                     | 59 | 50 | 16 | 5  | <b>83.79%</b> | <b>92,18%</b> | 75,75%        |
|             | 10                    | 61 | 47 | 14 | 8  | 83.08%        | 88,40%        | <b>77,04%</b> |
| Naïve Bayes | 5                     | 65 | 13 | 10 | 42 | 59.07%        | 60,74%        | 56,52%        |
|             | 7                     | 65 | 14 | 10 | 41 | 60.74%        | 61,32%        | 58,33%        |
|             | 10                    | 66 | 12 | 9  | 43 | 60.00%        | 60,55%        | 57,14%        |
| SVM         | 5                     | 64 | 13 | 11 | 42 | 59.23%        | 60,37%        | 54,16%        |
|             | 7                     | 59 | 14 | 16 | 41 | 56.31%        | 59,00%        | 46,66%        |
|             | 10                    | 59 | 14 | 16 | 41 | 56.31%        | 59,00%        | 46,66%        |

Dapat dilihat pada Tabel 4.7 hasil klasifikasi morfologi+tekstur menggunakan nilai *fold* yang berbeda-beda. Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan dengan Naïve Bayes dan SVM. Tingkat akurasi dan sensitifitas terdapat pada *fold* 7 dengan nilai akurasi 83.79%. kemudian nilai sensitifitas 92.18%. sedangkan nilai spesifisitas 77.04%. dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur morfologi+tekstur dengan nilai *fold* 7 mampu mendeteksi orang yang tidak sakit dideteksi non covid (TP) 59 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 50 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 92.18% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid rendah yakni 7.82%. jadi dengan menggabungkan fitur morfologi dengan fitur tektur, performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan fitur morfologi, hal ini dikarenakan pada performa tekstur yang rendah mengakibatkan performa dari pengabungan kedua fitur tersebut menurun dibandingkan dengan performa morfologi. Pada pengujian ini metode dengan menggunakan klasifer KNN lebih tepat digunakan dibanding Naïve Bayes dan SVM karena beberapa ciri dari pengabungan kedua fitur lebih dapat mengakomodasi pada klasifer KNN.



#### 4.2.5 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+GLCM

Tabel 4.8 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+GLCM

| Metode      | <i>Number of fold</i> | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5                     | 57 | 48 | 18 | 7  | 80.77%        | 89.06%        | 72.72%        |
|             | 7                     | 55 | 51 | 20 | 4  | 81.50%        | <b>93.22%</b> | 71.83%        |
|             | 10                    | 62 | 50 | 13 | 5  | <b>86.15%</b> | 92.53%        | <b>79.36%</b> |
| Naïve Bayes | 5                     | 62 | 22 | 13 | 33 | 64.62%        | 65.26%        | 62.85%        |
|             | 7                     | 65 | 22 | 10 | 33 | 66.88%        | 66.32%        | 68.75%        |
|             | 10                    | 61 | 25 | 14 | 30 | 66.15%        | 67.03%        | 64.10%        |
| SVM         | 5                     | 58 | 26 | 17 | 29 | 64.62%        | 66.66%        | 60.46%        |
|             | 7                     | 55 | 27 | 20 | 28 | 63.16%        | 66.26%        | 57.44%        |
|             | 10                    | 56 | 26 | 19 | 29 | 63.08%        | 65.88%        | 57.77%        |

Dapat dilihat pada Tabel 4.8 hasil klasifikasi morfologi+GLCM menggunakan nilai *fold* yang berbeda-beda. Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan dengan *Naïve Bayes* dan SVM. Tingkat akurasi dan spesifisitas tertinggi terdapat pada *fold* 10 dengan nilai akurasi 86.15% dengan nilai spesifisitas 79.36%. Sedangkan tingkat sensitifitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai sensitifitas 93.22%. Dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur morfologi+GLCM dengan nilai *fold* 10 mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 62 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 50 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 92.53% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid tergolong rendah yakni 7.47%. Dengan menggabungkan fitur morfologi dengan fitur GLCM, performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan fitur morfologi, hal ini dikarenakan pada performa GLCM yang rendah mengakibatkan performa dari penggabungan kedua fitur tersebut menurun dibandingkan dengan performa morfologi. Pada pengujian ini metode dengan menggunakan klasifer KNN lebih tepat digunakan dibandingkan *Naïve Bayes* dan SVM karena beberapa ciri dari penggabungan kedua fitur lebih dapat mengakomodasi pada klasifer KNN.

#### 4.2.6 Performa dari Klasifikasi Fitur Tektur+GLCM

Tabel 4.9 Performa dari Klasifikasi Fitur Tektur+GLCM

| Metode      | <i>Number of fold</i> | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5                     | 59 | 37 | 16 | 18 | <b>73.85%</b> | 76,62%        | <b>69,81%</b> |
|             | 7                     | 55 | 40 | 20 | 15 | 73.02%        | <b>78,57%</b> | 66,66%        |
|             | 10                    | 56 | 38 | 19 | 17 | 72.31%        | 76,71%        | 66,66%        |
| Naïve Bayes | 5                     | 52 | 20 | 23 | 35 | 55.38%        | 59,77%        | 46,51%        |
|             | 7                     | 57 | 21 | 18 | 34 | 59.90%        | 62,63%        | 53,84%        |
|             | 10                    | 54 | 23 | 21 | 32 | 59.23%        | 62,79%        | 52,27%        |
| SVM         | 5                     | 57 | 21 | 18 | 34 | 60.00%        | 62,63%        | 53,84%        |
|             | 7                     | 54 | 19 | 21 | 36 | 56.27%        | 60,00%        | 47,50%        |
|             | 10                    | 57 | 21 | 18 | 34 | 60.00%        | 62,63%        | 53,84%        |

Dapat dilihat pada Tabel 4.9 hasil klasifikasi tekstur+GLCM menggunakan nilai *fold* yang berbeda-beda. Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan dengan *Naïve Bayes* dan SVM. Tingkat akurasi dan spesifisitas tertinggi terdapat pada *fold* 5 dengan nilai akurasi 73.85% dan nilai spesifisitas 69.81%, sedangkan nilai sensitifitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai sensitifitas 78,57. Dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur morfologi+tekstur dengan nilai *fold* 5 mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 59 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 37 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 76.62% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid yakni 23.38%. Jadi, dengan menggabungkan fitur tekstur dengan fitur GLCM, performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan beberapa pengujian sebelumnya, hal ini dikarenakan pada performa tekstur dan GLCM yang rendah mengakibatkan performa dari pengabungan kedua fitur tersebut menurun. Pada pengujian ini metode dengan menggunakan klasifer KNN lebih tepat digunakan dibandingkan *Naïve Bayes* dan SVM karena beberapa ciri dari pengabungan kedua fitur lebih dapat mengakomodasi pada klasifer KNN.



#### 4.2.7 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur+GLCM

Tabel 4.10 Performa dari Klasifikasi Fitur Morfologi+Tekstur+GLCM

| Metode      | <i>Number of fold</i> | TP | TN | FP | FN | Akurasi       | Sensitifitas  | Spesifisitas  |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| KNN         | 5                     | 58 | 52 | 17 | 3  | 84.62%        | 95.08%        | 75.36%        |
|             | 7                     | 61 | 52 | 14 | 3  | <b>87.05%</b> | <b>95.31%</b> | <b>78.78%</b> |
|             | 10                    | 60 | 51 | 15 | 4  | 85.38%        | 93.75%        | 77.27%        |
| Naïve Bayes | 5                     | 60 | 15 | 15 | 40 | 57.69%        | 60.00%        | 50.00%        |
|             | 7                     | 66 | 26 | 9  | 29 | 70.72%        | 69.47%        | 74.28%        |
|             | 10                    | 66 | 23 | 9  | 32 | 68.46%        | 67.34%        | 71.87%        |
| SVM         | 5                     | 59 | 28 | 16 | 27 | 66.92%        | 68.60%        | 63.63%        |
|             | 7                     | 55 | 28 | 20 | 27 | 64.04%        | 67.07%        | 58.33%        |
|             | 10                    | 59 | 27 | 16 | 28 | 66.15%        | 67.81%        | 62.79%        |

Dapat dilihat pada Tabel 4.10 hasil klasifikasi morfologi+tekstur+GLCM menggunakan nilai *fold* yang berbeda-beda. Dari ketiga metode yang digunakan, metode KNN mempunyai nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan dengan *Naïve Bayes* dan SVM. Tingkat akurasi, sensitifitas dan spesifisitas tertinggi terdapat pada *fold* 7 dengan nilai akurasi 87.05%, nilai sensitifitas 95.31%. dan nilai spesifisitas 78.78%. Dengan klasifikasi KNN diketahui bahwa fitur morfologi+tekstur+GLCM dengan nilai *fold* 7 mampu mendeteksi orang yang non covid dideteksi non covid (TP) 61 data dari 75 data non covid dan untuk data orang covid dideteksi covid (TN) 52 data dari 55 data covid. Dengan sensitifitas 95.31% kesalahan mendiagnosis orang covid dideteksi non covid rendah yakni 4.69%. Dengan menggabungkan ketiga fitur, performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, hal ini dikarenakan pada performa tekstur yang rendah dan performa GLCM yang rendah mengakibatkan performa dari penggabungan ketiga fitur tersebut menurun dibandingkan dengan beberapa performa yang telah diuji sebelumnya. Tetapi pada pengujian ini, peneliti menyimpulkan bahwa dengan menggunakan ketiga fitur dapat memberikan informasi ciri fitur apa yang cocok dan tidak digunakan dalam mengakomodasi ketiga klasifer terhadap mendiagnosis covid dan non covid dibandingkan hanya menggunakan hanya menggunakan satu atau dua fitur saja. Metode dengan menggunakan klasifer KNN lebih tepat digunakan dibandingkan *Naïve Bayes* dan SVM karena beberapa ciri dari penggabungan kedua fitur lebih dapat mengakomodasi pada klasifer KNN.

### 4.3 Perbandingan Performa Metode Ekstraksi

Tabel 4.11 Perbandingan Performa Metode Ekstraksi

| No. | Literatur  | Metode Ekstraksi Fitur                  | Akurasi | Jumlah data yang digunakan |
|-----|--|---|---------|----------------------------|
| 1   | Tri Deviasari Wulan, I Ketut Eddy Purnama, dan Mauridhi Purnomo[7]                   | GLCM                                    | 85%.    | 60                         |
| 2   | Nilanjan Dey, V.Rajinikanth, Simon James Fong, M. Shamim Kaiser dan Mufti Mahmud[10] | GLCM, <i>Hu Moments</i> , CWT, DWT, EWT | 87%     | 78                         |
| 3   | Metode yang diuji  | Morfologi, GLCM, Tekstur orde satu      | 87.05%  | 130                        |

Pada Tabel 4.11 penelitian Tri Deviasari Wulan dan dkk, menggunakan segmentasi *region of interest* (ROI) kemudian diekstraksi menggunakan fitur GLCM dengan ciri yang digunakan yaitu ASM, IDM, entropi, korelasi, dan kontras. Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Probabilistic Neural Network* (PNN) yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 85%

Pada Penelitian Nilanjan Dey dan dkk, menggunakan *SGO-K thresholding*, *K-means clustering*, dan *morphological segmentation* untuk proses sebelum data diekstraksi. Pada penelitian ini menggunakan beberapa fitur yaitu *Hu Moments*, *CWT*, *DWT*, *EWT* dan *haralick* fitur (GLCM) untuk mencari informasi data covid-19. Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian yaitu *Rando-Forest* (RF), *Support Vector Machine-radial basis Function* (SVM-RBF), *K-Nearest Neighbors* (KNN), dan *Decision Tree* (DT). Performa yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 87%. Dengan menggunakan metode yang diuji pada penelitian ini, maka diketahui nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan kedua penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian yang telah diuji memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi yaitu 87.05%. Hal ini dikarenakan jumlah data yang digunakan lebih banyak, tahapan-tahapan metode yang digunakan berbeda, fitur ciri yang digunakan juga berbeda. Pada penelitian Tri Deviasari Wulan performa yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan kedua penguji lainnya, hal ini mungkin terjadi karena pada penelitian ini tidak menggunakan *pre-processing* dan data yang digunakan lebih sedikit,

tetapi memungkinkan hasil ekstraksi fitur yang digunakan dapat mengakomodasi klasifer. Pada penelitian Nilanjan Dey mempunyai performa yang hampir sama dengan metode yang diuji pada penelitian ini, hal ini terjadi karena data yang digunakan lebih sedikit. Namun, tentu saja dimungkinkan beberapa ciri fitur yang cocok dapat digunakan untuk mengakomodasi klasifer untuk menghasilkan performa yang baik. Sehingga, tahapan-tahapan untuk menghasilkan nilai ciri fitur harus dengan pemilihan yang tepat agar performa yang dihasilkan dapat lebih baik



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Total hasil fitur yang didapatkan dalam penelitian ini berjumlah 12 ciri yang digunakan untuk pengklasifikasian data *RapidMiner*. Fitur ini terdiri dari, morfologi terdiri dari 4 ciri yaitu *perimeter*, *area*, *eccentricity* dan *metric*. Tekstur orde satu terdiri dari 4 ciri yaitu *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*. Kemudian untuk ciri fitur GLCM terdiri dari 4 fitur yaitu *homogeneity*, *correlation*, *energy* dan *contrast*
2. Dengan mengabungkan ciri dari ketiga ekstraksi fitur, didapatkan hasil tertinggi dengan menggunakan klasifikasi KNN dibandingkan dengan SVM dan *Naïve Bayes*. Dengan menggunakan nilai *fold 7* akurasi tertinggi mencapai 87.05%, kemudian nilai sensitifitas tertinggi mencapai 95.31% dan nilai spesifisitas tertinggi mencapai 78.78%. Hasil penggabungan ketiga fitur yang ada dapat mendiagnosis data covid dengan lebih akurat.

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan penambahan fitur lain untuk diekstrak dan juga menggunakan klasifer yang lain untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam mendeteksi dan klasifikasi covid-19 pada paru-paru dengan citra *chest CTscan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyorini, “Terhadap Proses Pembelajaran Pada Kurikulum 13 ?,” *Jiemar*, vol. 01, no. Juni, pp. 95–102, 2020.
- [2] R. N. Putri, “Indonesia dalam Menghadapi Pandemi Covid-19,” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 20, no. 2, p. 705, 2020.
- [3] A. S. Agustina and R. Fajrunni'mah, “Perbandingan Metode RT-PCR dan Tes Rapid Antibodi untuk Deteksi COVID-19,” *Jurnal Kesehatan Manarang*, vol. 6, no. Khusus, p. 47, 2020.
- [4] S. S. Sumijan, A. W. Purnama, and S. Arlis, “Peningkatan Kualitas Citra CT-Scan dengan Penggabungan Metode Filter Gaussian dan Filter Median,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 6, p. 591, 2019.
- [5] R. S. Ronaldo, R. S. Wahjudi, R. H. Subrata, and S. Sulaiman, “KOCENIN Serial Konferensi No. 1 (2020) Webinar Nasional Cendekiawan Ke 6 Tahun 2020, Indonesia,” *KOCENIN Serial Konferens*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [6] A. A. Kasim and A. Harjoko, “Klasifikasi Citra Batik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Gray Level Co- Occurrence Matrices ( GLCM ),” *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) Yogyakarta, 21 Juni 2014*, pp. 7–13, 2014.
- [7] T. D. Wulan, I. K. E. Purnama, and M. H. Purnomo, “Klasifikasi Nodule Paru-Paru Dari Citra Ct-Scan Berdasarkan Gray Level C0-Occurrence Matriks Menggunakan Probabilistic Neural Network,” *Seminar Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2015*, pp. 978–979, 2015.
- [8] D. C. R. Novitasari *et al.*, “Detection of COVID-19 chest x-ray using support vector machine and convolutional neural network,” *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*, vol. 2020, pp. 1–19, 2020.
- [9] Ş. Öztürk, U. Özkaya, and M. Barstuğan, “Classification of Coronavirus (COVID-19) from X-ray and CT images using shrunken features,” *International Journal of Imaging Systems and Technology*, no. March, pp. 1–11, 2020.
- [10] N. Dey, V. Rajinikanth, S. J. Fong, M. S. Kaiser, and M. Mahmud, “Social Group Optimization–Assisted Kapur’s Entropy and Morphological Segmentation for Automated Detection of COVID-19 Infection from Computed Tomography Images,” *Cognitive Computation*, vol. 12, no. 5, pp. 1011–1023, 2020.
- [11] N. Nafi'iyah, “Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra

- Biner,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 9, no. 2, pp. 49–55, 2015.
- [12] T. P. Velavan and C. G. Meyer, “The COVID-19 epidemic,” *Tropical Medicine and International Health*, vol. 25, no. 3, pp. 278–280, 2020.
- [13] F. Liantoni, “Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors,” *Jurnal ULTIMATICS*, vol. 7, no. 2, pp. 98–104, 2016.
- [14] S. N. Asiyah and K. Fithriasari, “Klasifikasi Berita Online Menggunakan Metode Support Vector Machine Dan K-Nearest Neighbors Online News Classification Using Support Vector Machine and K-Nearest,” *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [15] F. Paquin, J. Rivnay, A. Salleo, N. Stingelin, and C. Silva, “Multi-phase semicrystalline microstructures drive exciton dissociation in neat plastic semiconductors,” *J. Mater. Chem. C*, vol. 3, pp. 10715–10722, 2015.
- [16] A. S. Febrianti, T. A. Sardjono, and D. T. Biomedik, “Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Magnetic Resonance Image dengan Menggunakan Metode Support Vector Machine,” vol. 9, no. 1, 2020.
- [17] U. Rofiqoh, R. S. Perdana, and M. A. Fauzi, “Analisis Sentimen Tingkat Kepuasan Pengguna Penyedia Layanan Telekomunikasi Seluler Indonesia Pada Twitter Dengan Metode Support Vector Machine dan Lexion Based Feature,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 12, pp. 1725–1732, 2017.
- [18] “kaggle.” [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/>.
- [19] F. Basyid, K. Adi, F. Sains, and U. Diponegoro, “Segmentasi Citra Medis Untuk Pengenalan Objek Kanker Menggunakan Metode Active Contour,” *Youngster Physics Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 209–216, 2014.
- [20] M. Indrawijaya, Liliana, and R. Adipranata, “Aplikasi Ekstraksi Fitur Citra Hufur Jawa Berdasarkan Morfologinya,” *Jurnal Infra*, vol. 3, pp. 260–266, 2015.
- [21] L. Veronica, I. H. Al Amin, B. Hartono, and T. Kristianto, “Ekstraksi Fitur Tekstur Menggunakan Matriks GLCM pada Citra dengan Variasi Arah Obyek,” *Prosiding SENDI\_U*, pp. 978–979, 2019.
- [22] J. Kusanti, K. Penyakit, D. Padi, and A. Haris, “Klasifikasi Penyakit Daun Padi Berdasarkan Hasil Ekstraksi Fitur GLCM Interval 4 Sudut,” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 03, no. 01, pp. 1–6, 2018.
- [23] J. John and M. G. Mini, “Multilevel Thresholding Based Segmentation and Feature Extraction for Pulmonary Nodule Detection,” *Procedia Technology*, vol. 24, pp. 957–963, 2016.
- [24] N. Maleki, Y. Zeinali, and S. T. A. Niaki, “A k-NN method for lung cancer prognosis

with the use of a genetic algorithm for feature selection,” *Expert Systems with Applications*, vol. 164, no. July 2019, p. 113981, 2021.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 – Hasil ekstraksi pada fitur morfologi

| No | Area   | Perimeter           | Eccentricity      | Metric             | kelas |
|----|--------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 1  | 32249  | 850.743.000.000.000 | 0.773172271588757 | 0.318265978150990  | 0     |
| 2  | 31237  | 935.753.000.000.000 | 0.770739722096903 | 0.228314434520010  | 0     |
| 3  | 29976  | 103.474.100.000.000 | 0.775436718474676 | 0.157483837303359  | 0     |
| 4  | 15220  | 958.934.000.000.000 | 0.480644280635156 | 0.297529969470152  | 0     |
| 5  | 16183  | 100.590.900.000.000 | 0.885349375553827 | 0.307401056088234  | 0     |
| 6  | 15545  | 783.439.000.000.000 | 0.815946753823975 | 0.219570474416833  | 0     |
| 7  | 41799  | 185.179.800.000.000 | 0.748794992179391 | 0.130711417322830  | 0     |
| 8  | 22130  | 838.642.000.000.000 | 0.851180938688845 | 0.127306777506287  | 0     |
| 9  | 22458  | 901.462.000.000.000 | 0.872335857340161 | 0.317646718074518  | 0     |
| 10 | 214746 | 289.095.900.000.000 | 0.851067221735011 | 0.448287599240776  | 0     |
| 11 | 61790  | 195.666.800.000.000 | 0.860506334198793 | 0.351819760614126  | 0     |
| 12 | 14772  | 763.485.000.000.000 | 0.799378985478109 | 0.331821296874844  | 0     |
| 13 | 13286  | 513.922.000.000.000 | 0.670546164595723 | 0.177458530639095  | 0     |
| 14 | 22502  | 105.420.500.000.000 | 0.769933459677787 | 0.148520380988768  | 0     |
| 15 | 51799  | 185.179.800.000.000 | 0.748794992179391 | 0.130711417322830  | 0     |
| 16 | 22130  | 838.642.000.000.000 | 0.851180938688845 | 0.127306777506287  | 0     |
| 17 | 21458  | 901.462.000.000.000 | 0.872335857340161 | 0.317646718074518  | 0     |
| 18 | 16312  | 652.478.000.000.000 | 0.743497971038518 | 0.108355992227073  | 0     |
| 19 | 67524  | 240.669.300.000.000 | 0.763956963171769 | 0.297831201157361  | 0     |
| 20 | 16989  | 749.926.000.000.000 | 0.834260391786342 | 0.251614146978784  | 0     |
| 21 | 12023  | 789.870.000.000.000 | 0.834666584179435 | 0.318455053493200  | 0     |
| 22 | 10397  | 962.523.000.000.000 | 0.815248953857660 | 0.632134790960296  | 0     |
| 23 | 17070  | 151.301.500.000.000 | 0.734824358228064 | 0.242165054488131  | 0     |
| 24 | 10193  | 817.114.000.000.000 | 0.554987817879674 | 0.0937037384104631 | 0     |
| 25 | 12534  | 100.286.400.000.000 | 0.813722786471541 | 0.147489141977524  | 0     |
| 26 | 11058  | 115.736.800.000.000 | 0.580780266864869 | 0.156608550919697  | 0     |
| 27 | 11768  | 884.463.000.000.000 | 0.720048503666610 | 0.378998759478287  | 0     |
| 28 | 14752  | 915.184.000.000.000 | 0.853233896365871 | 0.384673728178090  | 0     |
| 29 | 10572  | 531.892.000.000.000 | 0.812526681759838 | 0.322750646228986  | 0     |
| 30 | 22653  | 888.549.000.000.000 | 0.657108745003294 | 0.214343589867006  | 0     |
| 31 | 17879  | 120.305.400.000.000 | 0.866121580676247 | 0.638484697562099  | 0     |
| 32 | 27534  | 955.478.000.000.000 | 0.769132980936024 | 0.312738647101570  | 0     |
| 33 | 13054  | 653.026.000.000.000 | 0.811567953558139 | 0.254155125627033  | 0     |
| 34 | 20504  | 893.492.000.000.000 | 0.660374221100289 | 0.103739346726888  | 0     |
| 35 | 16243  | 102.640.300.000.000 | 0.683395293837425 | 0.189039771827116  | 0     |
| 36 | 18636  | 909.681.000.000.000 | 0.838521369134035 | 0.745613628931593  | 0     |
| 37 | 23195  | 718.163.000.000.000 | 0.786594651398768 | 0.841140258211957  | 0     |
| 38 | 19589  | 646.965.000.000.000 | 0.426840600989287 | 0.254713927620919  | 0     |
| 39 | 81937  | 262.756.400.000.000 | 0.886175707079222 | 0.603660177000861  | 0     |
| 40 | 82678  | 177.092.200.000.000 | 0.740596960872222 | 0.587216331536600  | 0     |



| No | Area  | Perimeter           | Eccentricity      | Metric             | kelas |
|----|-------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 41 | 10308 | 529.491.000.000.000 | 0.678080313429040 | 0.560520859049541  | 0     |
| 42 | 58319 | 141.347.000.000.000 | 0.747222899654109 | 0.383420359998586  | 0     |
| 43 | 7653  | 686.381.000.000.000 | 0.799214494459587 | 0.322887388291176  | 0     |
| 44 | 6319  | 838.972.000.000.000 | 0.911901770716634 | 0.202812059073618  | 0     |
| 45 | 3246  | 464.679.000.000.000 | 0.806145221095552 | 0.115379884898548  | 0     |
| 46 | 6653  | 686.381.000.000.000 | 0.799214494459587 | 0.322887388291176  | 0     |
| 47 | 8319  | 838.972.000.000.000 | 0.911901770716634 | 0.202812059073618  | 0     |
| 48 | 2246  | 464.679.000.000.000 | 0.806145221095552 | 0.115379884898548  | 0     |
| 49 | 1943  | 286.323.000.000.000 | 0.837893484934779 | 0.189820895634519  | 0     |
| 50 | 1934  | 310.789.000.000.000 | 0.857909915408952 | 0.395401270956050  | 0     |
| 51 | 3659  | 296.117.000.000.000 | 0.790486342381303 | 0.481487848374542  | 0     |
| 52 | 9119  | 717.144.000.000.000 | 0.691499936040600 | 0.524379363215592  | 0     |
| 53 | 9823  | 950.719.000.000.000 | 0.540821503014460 | 0.373065348976394  | 0     |
| 54 | 2746  | 344.745.000.000.000 | 0.800951149369873 | 0.592937189523495  | 0     |
| 55 | 8135  | 690.603.000.000.000 | 0.741484423441261 | 0.222814957360720  | 0     |
| 56 | 9011  | 421.130.000.000.000 | 0.715014477300994 | 0.136568223926536  | 0     |
| 57 | 7530  | 550.062.000.000.000 | 0.742412189376628 | 0.290345062306704  | 0     |
| 58 | 6167  | 552.195.000.000.000 | 0.773387414586493 | 0.191843277388285  | 0     |
| 59 | 1227  | 135.392.000.000.000 | 0.551137122850261 | 0.469591364479926  | 0     |
| 60 | 1530  | 167.324.000.000.000 | 0.644940295113569 | 0.360556080603214  | 0     |
| 61 | 1706  | 273.473.000.000.000 | 0.814214063199989 | 0.155232569259272  | 0     |
| 62 | 8310  | 405.706.000.000.000 | 0.761865607369260 | 0.686728100036822  | 0     |
| 63 | 1987  | 313.096.000.000.000 | 0.851970408845763 | 0.286655303434074  | 0     |
| 64 | 9606  | 513.729.000.000.000 | 0.815823335172331 | 0.282998620106069  | 0     |
| 65 | 6017  | 560.563.000.000.000 | 0.819126856734477 | 0.565142785870646  | 0     |
| 66 | 5521  | 329.312.000.000.000 | 0.850205083730843 | 0.634436304431511  | 0     |
| 67 | 4929  | 332.421.000.000.000 | 0.737148276045787 | 0.536353858255749  | 0     |
| 68 | 4351  | 377.626.000.000.000 | 0.840670957763157 | 0.443069862592602  | 0     |
| 69 | 2523  | 495.851.000.000.000 | 0.751935270278798 | 0.149136283730026  | 0     |
| 70 | 5407  | 341.048.000.000.000 | 0.653664411857342 | 0.457387489577761  | 0     |
| 71 | 7081  | 389.272.000.000.000 | 0.644712427139360 | 0.240625150258733  | 0     |
| 72 | 4813  | 335.805.000.000.000 | 0.737263167497420 | 0.639753246028219  | 0     |
| 73 | 4744  | 366.810.000.000.000 | 0.741478978743882 | 0.588112699125884  | 0     |
| 74 | 9055  | 720.287.000.000.000 | 0.835555062608258 | 0.584164578514827  | 0     |
| 75 | 4514  | 303.618.000.000.000 | 0.699356594572144 | 0.128951003947623  | 0     |
| 76 | 29924 | 246.933.100.000.000 | 0.766559252506335 | 0.0616695661206512 | 1     |
| 77 | 36496 | 238.360.400.000.000 | 0.708252060049205 | 0.0807210720025870 | 1     |
| 78 | 35342 | 239.085.700.000.000 | 0.695993084613445 | 0.0776951275725700 | 1     |
| 79 | 27208 | 103.654.800.000.000 | 0.764827569357068 | 0.318220128611636  | 1     |
| 80 | 39601 | 184.940.300.000.000 | 0.815393592529732 | 0.145496618940690  | 1     |
| 81 | 76547 | 193.376.800.000.000 | 0.757130859459063 | 0.257234550316543  | 1     |
| 82 | 31174 | 110.500.200.000.000 | 0.798688700483470 | 0.320830957153145  | 1     |

| No  | Area   | Oerimeter           | Eccentricity      | Metric             | kelas |
|-----|--------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 83  | 21277  | 196.162.500.000.000 | 0.941350032017311 | 0.0694845552535665 | 1     |
| 84  | 37012  | 106.077.400.000.000 | 0.815996956346080 | 0.413339285679894  | 1     |
| 85  | 36381  | 126.917.100.000.000 | 0.759744400689160 | 0.283820797549930  | 1     |
| 86  | 42067  | 928.070.000.000.000 | 0.693640566054180 | 0.613747783882191  | 1     |
| 87  | 24664  | 129.009.400.000.000 | 0.841132500073808 | 0.186221862064245  | 1     |
| 88  | 22507  | 148.751.900.000.000 | 0.693325213559956 | 0.127821064969103  | 1     |
| 89  | 19421  | 895.441.000.000.000 | 0.706664623281450 | 0.304373964286818  | 1     |
| 90  | 28656  | 787.098.000.000.000 | 0.787077537900226 | 0.581256489696192  | 1     |
| 91  | 20284  | 896.379.000.000.000 | 0.823626609610833 | 0.317234286060836  | 1     |
| 92  | 10821  | 680.739.000.000.000 | 0.720677850522198 | 0.293437758392655  | 1     |
| 93  | 14832  | 794.522.000.000.000 | 0.746319519076733 | 0.295255316540860  | 1     |
| 94  | 14785  | 120.494.000.000.000 | 0.608816959663138 | 0.127967695598492  | 1     |
| 95  | 16361  | 573.749.000.000.000 | 0.698404019244059 | 0.624562385957899  | 1     |
| 96  | 17470  | 944.122.000.000.000 | 0.694637013278814 | 0.246289860970335  | 1     |
| 97  | 17167  | 797.491.000.000.000 | 0.785820749695560 | 0.339197536957965  | 1     |
| 98  | 10021  | 963.084.000.000.000 | 0.910425188242621 | 0.135766490062420  | 1     |
| 99  | 10281  | 509.489.000.000.000 | 0.754121672545553 | 0.497709120614264  | 1     |
| 100 | 10413  | 541.444.000.000.000 | 0.778833288175750 | 0.446353188531009  | 1     |
| 101 | 28898  | 978.978.000.000.000 | 0.744457077435813 | 0.378906265066535  | 1     |
| 102 | 25620  | 124.607.600.000.000 | 0.768270965667771 | 0.207348036273349  | 1     |
| 103 | 26779  | 106.735.400.000.000 | 0.652303147144499 | 0.295384195903642  | 1     |
| 104 | 34982  | 107.690.600.000.000 | 0.808215698419650 | 0.379052099253538  | 1     |
| 105 | 24861  | 133.567.100.000.000 | 0.873313765394502 | 0.175117465976519  | 1     |
| 106 | 317848 | 266.614.000.000.000 | 0.651495186406921 | 0.561905710576836  | 1     |
| 107 | 22793  | 126.323.000.000.000 | 0.709276185381480 | 0.179492576849621  | 1     |
| 108 | 271742 | 464.860.400.000.000 | 0.753720164603341 | 0.158023446054990  | 1     |
| 109 | 15225  | 104.211.500.000.000 | 0.837585710413758 | 0.176171588845059  | 1     |
| 110 | 13677  | 165.328.400.000.000 | 0.689120736573889 | 0.0628790230360006 | 1     |
| 111 | 10270  | 486.811.000.000.000 | 0.664859202452884 | 0.544577309071339  | 1     |
| 113 | 11991  | 959.917.000.000.000 | 0.805054135535715 | 0.163530174781765  | 1     |
| 114 | 10743  | 103.263.600.000.000 | 0.840892772541400 | 0.126602102125537  | 1     |
| 115 | 14256  | 103.567.400.000.000 | 0.800637372226861 | 0.167017278759722  | 1     |
| 116 | 24772  | 125.125.700.000.000 | 0.725595094829479 | 0.198828160771484  | 1     |
| 117 | 21470  | 112.071.100.000.000 | 0.777933364065168 | 0.214810071259088  | 1     |
| 118 | 19548  | 100.873.000.000.000 | 0.780329224543030 | 0.241413926752929  | 1     |
| 119 | 22507  | 148.751.900.000.000 | 0.693325213559956 | 0.127821064969103  | 1     |
| 120 | 19421  | 895.441.000.000.000 | 0.706664623281450 | 0.304373964286818  | 1     |
| 121 | 28656  | 787.098.000.000.000 | 0.787077537900226 | 0.581256489696192  | 1     |
| 123 | 20284  | 896.379.000.000.000 | 0.823626609610833 | 0.317234286060836  | 1     |
| 124 | 10821  | 680.739.000.000.000 | 0.720677850522198 | 0.293437758392655  | 1     |
| 125 | 14832  | 794.522.000.000.000 | 0.746319519076733 | 0.295255316540860  | 1     |
| 126 | 14785  | 120.494.000.000.000 | 0.608816959663138 | 0.127967695598492  | 1     |

| No  | Area  | Oerimeter           | Eccentricity      | Metric            | kelas |
|-----|-------|---------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 127 | 14785 | 120.494.000.000.000 | 0.608816959663138 | 0.127967695598492 | 1     |
| 128 | 16361 | 573.749.000.000.000 | 0.698404019244059 | 0.624562385957899 | 1     |
| 129 | 17470 | 944.122.000.000.000 | 0.694637013278814 | 0.246289860970335 | 1     |
| 130 | 17167 | 797.491.000.000.000 | 0.785820749695560 | 0.339197536957965 | 1     |
| 131 | 10021 | 963.084.000.000.000 | 0.910425188242621 | 0.135766490062420 | 1     |
| 132 | 10821 | 680.739.000.000.000 | 0.720677850522198 | 0.293437758392655 | 1     |



**Lampiran 2 – Hasil ekstraksi pada fitur tekstur orde satu**

| No | Variance           | Skewness           | Kurtosis             | Mean               | kelas |
|----|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------|
| 1  | 0.205111728827871  | 0.0869134382031313 | -592.110.073.508.040 | 0.288131476683938  | 0     |
| 2  | 0.227123217531467  | 0.0687051036162668 | -592.763.165.029.407 | 0.348749272833042  | 0     |
| 3  | 0.183341197548249  | 0.0946714029377354 | -591.750.078.660.703 | 0.241816339688680  | 0     |
| 4  | 0.190817059497964  | 0.0928422088411942 | -591.841.639.108.838 | 0.256724558366374  | 0     |
| 5  | 0.168022492652916  | 0.0962154406823006 | -591.667.218.145.898 | 0.213682855303626  | 0     |
| 6  | 0.155311959614524  | 0.0955833966127386 | -591.705.345.478.339 | 0.192285781307597  | 0     |
| 7  | 0.141007994512499  | 0.0931045817425732 | -591.864.176.903.681 | 0.169860627177700  | 0     |
| 8  | 0.117719615912208  | 0.0856301206116954 | -592.385.410.799.935 | 0.136296296296296  | 0     |
| 9  | 0.103885329657729  | 0.0794202279452766 | -592.849.115.549.656 | 0.117750512960094  | 0     |
| 10 | 0.163240701867303  | 0.0961648733679088 | -591.670.187.837.109 | 0.205450686416185  | 0     |
| 11 | 0.154536769918934  | 0.0954948363223454 | -591.710.806.985.200 | 0.191028755252101  | 0     |
| 12 | 0.238908140700127  | 0.0503226056176446 | -593.232.315.837.825 | 0.394682103610675  | 0     |
| 13 | 0.176046995768523  | 0.0957495021555203 | -591.693.063.838.884 | 0.228056983484633  | 0     |
| 14 | 0.193573122843177  | 0.0919640438692104 | -591.883.853.881.860 | 0.262456578376031  | 0     |
| 15 | 0.141007994512499  | 0.0931045817425732 | -591.864.176.903.681 | 0.169860627177700  | 0     |
| 16 | 0.117719615912208  | 0.0856301206116954 | -592.385.410.799.935 | 0.136296296296296  | 0     |
| 17 | 0.103885329657729  | 0.0794202279452766 | -592.849.115.549.656 | 0.117750512960094  | 0     |
| 18 | 0.0792953393119618 | 0.0655239917298263 | -593.956.791.319.784 | 0.0868357945222769 | 0     |
| 19 | 0.147756735622900  | 0.0944919120092783 | -591.773.942.314.291 | 0.180244993194634  | 0     |
| 20 | 0.152430593012955  | 0.0952267511092052 | -591.727.466.404.589 | 0.187638979725311  | 0     |
| 21 | 0.213909875374121  | 0.0812746337761928 | -592.336.242.897.359 | 0.310025989604158  | 0     |
| 22 | 0.221376556030776  | 0.0749070279107188 | -592.564.618.264.937 | 0.330815355397648  | 0     |
| 23 | 0.155674691405696  | 0.0956229475371821 | -591.702.913.722.708 | 0.192875744047619  | 0     |
| 24 | 0.233543414665060  | 0.0599194039449787 | -593.008.416.493.519 | 0.371716776876554  | 0     |
| 25 | 0.0934758674415073 | 0.0739639595673560 | -593.273.734.594.032 | 0.104368691129617  | 0     |
| 26 | 0.198721629224913  | 0.0899999449669265 | -591.974.922.854.050 | 0.273552719656237  | 0     |
| 27 | 0.248242096126422  | 0.0208162735766565 | -593.663.031.874.130 | 0.458072635742539  | 0     |
| 28 | 0.206669527176319  | 0.0860405455851573 | -592.146.735.321.353 | 0.291840270888721  | 0     |
| 29 | 0.185851422915008  | 0.0941432961761271 | -591.777.083.128.359 | 0.246724306170150  | 0     |
| 30 | 0.174341418739313  | 0.0959090674151371 | -591.684.337.212.480 | 0.224938949938950  | 0     |
| 31 | 0.238971939224063  | 0.0501910728446955 | -593.235.082.398.546 | 0.394985425887941  | 0     |
| 32 | 0.239689064439413  | 0.0486773864387476 | -593.266.347.839.611 | 0.398457223001403  | 0     |
| 33 | 0.228087439805412  | 0.0675270732779831 | -592.798.420.078.555 | 0.351971083248616  | 0     |
| 34 | 0.184503506186930  | 0.0944373181019936 | -591.762.112.519.888 | 0.244077172153265  | 0     |
| 35 | 0.207059966882753  | 0.0858138374656681 | -592.156.152.277.371 | 0.292780229907358  | 0     |
| 36 | 0.0855799888729081 | 0.0694032100480108 | -593.639.181.461.355 | 0.0945126251939625 | 0     |
| 37 | 0.124764131325783  | 0.0883047588940425 | -592.193.413.407.065 | 0.146113197937225  | 0     |
| 38 | 0.167202866930486  | 0.0962235476995264 | -591.666.752.919.884 | 0.212255090280446  | 0     |
| 39 | 0.242168755649535  | 0.0428611178322899 | -593.376.836.298.900 | 0.411505681818182  | 0     |
| 40 | 0.208113067391714  | 0.0851860782776979 | -592.182.007.906.585 | 0.295337026777470  | 0     |
| 41 | 0.214840851053414  | 0.0805686407413669 | -592.362.892.279.065 | 0.312492269635127  | 0     |
| 42 | 0.182244329354932  | 0.0948761042579648 | -591.739.465.739.116 | 0.239700805523590  | 0     |
| 43 | 0.235502035817274  | 0.0567124190909578 | -593.088.159.080.497 | 0.379592507779931  | 0     |
| 44 | 0.240027220997169  | 0.0479400618717777 | -593.281.197.946.170 | 0.400136197734958  | 0     |

| No | Variance          | Skewness           | Kurtosis             | Mean              | kelas |
|----|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------|
| 45 | 0.117335085443854 | 0.0854743743214499 | -592.396.748.138.450 | 0.135768048414000 | 0     |
| 46 | 0.235502035817274 | 0.0567124190909578 | -593.088.159.080.497 | 0.379592507779931 | 0     |
| 47 | 0.240027220997169 | 0.0479400618717777 | -593.281.197.946.170 | 0.400136197734958 | 0     |
| 48 | 0.117335085443854 | 0.0854743743214499 | -592.396.748.138.450 | 0.135768048414000 | 0     |
| 49 | 0.206188030284119 | 0.0863157075490451 | -592.135.248.121.322 | 0.290686909831513 | 0     |
| 50 | 0.248277585964474 | 0.0206080209693832 | -593.664.769.311.257 | 0.458498023715415 | 0     |
| 51 | 0.182857553352146 | 0.0947635848827704 | -591.745.310.110.165 | 0.240881404280097 | 0     |
| 52 | 0.170889055550416 | 0.0961307941025468 | -591.672.015.237.032 | 0.218733321473048 | 0     |
| 53 | 0.173685937500000 | 0.0959614804687500 | -591.681.447.715.576 | 0.223750000000000 | 0     |
| 54 | 0.167694645595427 | 0.0962195311428646 | -591.666.983.688.870 | 0.213110902255639 | 0     |
| 55 | 0.167099245503227 | 0.0962240708504120 | -591.666.722.804.002 | 0.212075088787418 | 0     |
| 56 | 0.176998895450256 | 0.0956456598141624 | -591.698.693.152.158 | 0.229812834224599 | 0     |
| 57 | 0.136523990408839 | 0.0919794899465224 | -591.939.240.946.262 | 0.163137996219282 | 0     |
| 58 | 0.196927276267103 | 0.0907343135816537 | -591.941.378.014.684 | 0.269624819624820 | 0     |
| 59 | 0.248324291722194 | 0.0203305163370312 | -593.667.056.985.579 | 0.459064584064584 | 0     |
| 60 | 0.242558563207900 | 0.0418480287787021 | -593.394.540.654.854 | 0.413736237085900 | 0     |
| 61 | 0.237414296400867 | 0.0532691310999646 | -593.168.234.800.569 | 0.387813977701618 | 0     |
| 62 | 0.151436125280431 | 0.0950863920126129 | -591.736.257.483.942 | 0.186051159072742 | 0     |
| 63 | 0.155309963337969 | 0.0955831756056432 | -591.705.359.079.815 | 0.192282537606279 | 0     |
| 64 | 0.233674377663971 | 0.0597139724214611 | -593.013.676.666.596 | 0.372228241242326 | 0     |
| 65 | 0.240412233006626 | 0.0470809582422682 | -593.298.189.233.107 | 0.402082856488899 | 0     |
| 66 | 0.226239011994951 | 0.0697476755618737 | -592.731.325.965.040 | 0.345854004252303 | 0     |
| 67 | 0.238551081741642 | 0.0510497492535351 | -593.216.877.405.868 | 0.393000381970970 | 0     |
| 68 | 0.240688792587863 | 0.0464503364903060 | -593.310.449.204.435 | 0.403505402160864 | 0     |
| 69 | 0.235770363612663 | 0.0562491689338196 | -593.099.262.946.148 | 0.380711960417915 | 0     |
| 70 | 0.238691196734694 | 0.0507662076712303 | -593.222.926.546.123 | 0.393657142857143 | 0     |
| 71 | 0.203491424648670 | 0.0877692982829916 | -592.073.485.506.797 | 0.284341530768370 | 0     |
| 72 | 0.170927974462435 | 0.0961290330500484 | -591.672.114.289.906 | 0.218802515058250 | 0     |
| 73 | 0.245182905817103 | 0.0340339810195845 | -593.516.106.609.765 | 0.430594710699423 | 0     |
| 74 | 0.178324714742617 | 0.0954830424164474 | -591.707.439.692.149 | 0.232277596646483 | 0     |
| 75 | 0.162492506687531 | 0.0961359795471790 | -591.671.893.750.126 | 0.204183345106350 | 0     |
| 76 | 0.107592602461392 | 0.0812042356831022 | -592.713.590.185.185 | 0.122630953125978 | 1     |
| 77 | 0.118601194955134 | 0.0859834304994869 | -592.359.753.537.922 | 0.137510269049086 | 1     |
| 78 | 0.117352926746313 | 0.0854816225330980 | -592.396.220.150.146 | 0.135792540914265 | 1     |
| 79 | 0.121303618843999 | 0.0870335945425805 | -592.284.008.498.995 | 0.141257221458047 | 1     |
| 80 | 0.115878307100930 | 0.0848753641832052 | -592.440.503.906.880 | 0.133773713533463 | 1     |
| 81 | 0.212148948080561 | 0.0825486271726413 | -592.287.258.043.451 | 0.305446531977866 | 1     |
| 82 | 0.178908201918305 | 0.0954047495872578 | -591.711.623.222.262 | 0.233369547722517 | 1     |
| 83 | 0.134496826048610 | 0.0914195313474116 | -591.977.136.260.284 | 0.160142421077019 | 1     |
| 84 | 0.217861082291129 | 0.0781133522916180 | -592.452.927.124.006 | 0.320726695492969 | 1     |
| 85 | 0.204243896299644 | 0.0873783018631254 | -592.090.281.122.734 | 0.286093235963993 | 1     |
| 86 | 0.229056607695285 | 0.0662973751560952 | -592.834.418.089.133 | 0.355281679443426 | 1     |
| 87 | 0.166618922594604 | 0.0962250330225881 | -591.666.667.350.516 | 0.211242182087834 | 1     |
| 88 | 0.126561128295169 | 0.0889316408205392 | -592.149.202.929.087 | 0.148661314818833 | 1     |
| 89 | 0.164888845089656 | 0.0962087370563792 | -591.667.614.861.535 | 0.208261838440111 | 1     |

| No  | Variance           | Skewness            | Kurtosis             | Mean              | kelas |
|-----|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------|
| 90  | 0.172505824211147  | 0.0960435689484396  | -591.676.895.394.916 | 0.221622242647059 | 1     |
| 91  | 0.144584843993083  | 0.0938867475334927  | -591.812.948.734.443 | 0.175322997416021 | 1     |
| 92  | 0.160816743224566  | 0.0960512281547779  | -591.676.933.147.950 | 0.201364341085271 | 1     |
| 93  | 0.172451238552747  | 0.0960469872032594  | -591.676.705.048.238 | 0.221524217485159 | 1     |
| 94  | 0.114624751143312  | 0.0843486304537792  | -592.479.174.958.069 | 0.132066243928764 | 1     |
| 95  | 0.248336980031186  | 0.0202544345415506  | -593.667.678.692.184 | 0.540780141843972 | 1     |
| 96  | 0.249728477331724  | 0.00823002418111980 | -593.736.445.983.954 | 0.516477944904512 | 1     |
| 97  | 0.242674286261752  | 0.0415411704267302  | -593.399.814.137.620 | 0.414409616555082 | 1     |
| 98  | 0.191944813321163  | 0.0924968386774381  | -591.858.362.076.153 | 0.259053560559951 | 1     |
| 99  | 0.249915706641873  | 0.00458902290111633 | -593.745.787.463.705 | 0.509181141439206 | 1     |
| 100 | 0.249918559805808  | 0.00451074114733740 | -593.745.929.980.042 | 0.509024422097427 | 1     |
| 101 | 0.246976487828951  | 0.0271607317709458  | -593.601.566.879.202 | 0.445013527381286 | 1     |
| 102 | 0.223656983477440  | 0.0726014360265513  | -592.641.035.529.724 | 0.337694681163679 | 1     |
| 103 | 0.239457229645165  | 0.0491739757512426  | -593.256.206.484.285 | 0.397322006472492 | 1     |
| 104 | 0.215136416288053  | 0.0803396507079010  | -592.371.461.655.175 | 0.313282074476104 | 1     |
| 105 | 0.131232692943995  | 0.0904524825865536  | -592.043.336.614.800 | 0.155373670396464 | 1     |
| 106 | 0.198752766951253  | 0.0899867133428328  | -591.975.522.016.108 | 0.273621482802040 | 1     |
| 107 | 0.167168514796177  | 0.0962237335699944  | -591.666.742.222.130 | 0.212195404477581 | 1     |
| 108 | 0.196005241818037  | 0.0910905830442478  | -591.924.892.264.241 | 0.267632278097918 | 1     |
| 109 | 0.161620506480570  | 0.0960953146773064  | -591.674.305.786.454 | 0.202713112432739 | 1     |
| 110 | 0.0962211463286110 | 0.0754655656799318  | -593.155.438.067.377 | 0.107853530334150 | 1     |
| 111 | 0.248368286697185  | 0.0200654112035838  | -593.669.213.081.350 | 0.540394471191179 | 1     |
| 113 | 0.249933045037506  | 0.00409020487141482 | -593.746.653.596.765 | 0.491817398794143 | 1     |
| 114 | 0.239843315200302  | 0.0483430004327922  | -593.273.113.233.851 | 0.399219620958751 | 1     |
| 115 | 0.247194670418849  | 0.0261855104500941  | -593.612.094.483.160 | 0.552965362088360 | 1     |
| 116 | 0.174150625524753  | 0.0959248295474034  | -591.683.469.558.724 | 0.224592348553555 | 1     |
| 117 | 0.149624925935498  | 0.0948084144192084  | -591.753.792.944.811 | 0.183179744863903 | 1     |
| 118 | 0.234982073416541  | 0.0575930018993288  | -593.066.765.106.487 | 0.377452349743215 | 1     |
| 119 | 0.126561128295169  | 0.0889316408205392  | -592.149.202.929.087 | 0.148661314818833 | 1     |
| 120 | 0.164888845089656  | 0.0962087370563792  | -591.667.614.861.535 | 0.208261838440111 | 1     |
| 121 | 0.172505824211147  | 0.0960435689484396  | -591.676.895.394.916 | 0.221622242647059 | 1     |
| 123 | 0.144584843993083  | 0.0938867475334927  | -591.812.948.734.443 | 0.175322997416021 | 1     |
| 124 | 0.160816743224566  | 0.0960512281547779  | -591.676.933.147.950 | 0.201364341085271 | 1     |
| 125 | 0.172451238552747  | 0.0960469872032594  | -591.676.705.048.238 | 0.221524217485159 | 1     |
| 126 | 0.114624751143312  | 0.0843486304537792  | -592.479.174.958.069 | 0.132066243928764 | 1     |
| 127 | 0.114624751143312  | 0.0843486304537792  | -592.479.174.958.069 | 0.132066243928764 | 1     |
| 128 | 0.248336980031186  | 0.0202544345415506  | -593.667.678.692.184 | 0.540780141843972 | 1     |
| 129 | 0.249728477331724  | 0.00823002418111980 | -593.736.445.983.954 | 0.516477944904512 | 1     |
| 130 | 0.242674286261752  | 0.0415411704267302  | -593.399.814.137.620 | 0.414409616555082 | 1     |
| 131 | 0.191944813321163  | 0.0924968386774381  | -591.858.362.076.153 | 0.259053560559951 | 1     |
| 132 | 0.160816743224566  | 0.0960512281547779  | -591.676.933.147.950 | 0.201364341085271 | 1     |



**Lampiran 3 – Hasil ekstraksi pada fitur tekstur orde dua (GLCM)**

| No | Contrast           | Energy            | Homogeneity       | Correlation       | kelas |
|----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1  | 0.0184696814286472 | 0.522814731229738 | 0.990765159285676 | 0.959772948292811 | 0     |
| 2  | 0.0155239638826348 | 0.516529864078844 | 0.992238018058683 | 0.966848426243159 | 0     |
| 3  | 0.0166065162117804 | 0.556248231050881 | 0.991696741894110 | 0.961150873453412 | 0     |
| 4  | 0.0404976536068973 | 0.489883323592704 | 0.979751173196551 | 0.914082089598515 | 0     |
| 5  | 0.0377496674176228 | 0.511530709860336 | 0.981125166291189 | 0.916525726256737 | 0     |
| 6  | 0.0303293717726744 | 0.485097643711526 | 0.984835314113663 | 0.937533403440770 | 0     |
| 7  | 0.0242855813369751 | 0.544675393113076 | 0.987857209331512 | 0.943749746009405 | 0     |
| 8  | 0.0327000914393326 | 0.601862849590370 | 0.983649954280334 | 0.910806114833783 | 0     |
| 9  | 0.0668815015967504 | 0.610355139983728 | 0.966559249201625 | 0.795705682340229 | 0     |
| 10 | 0.0181390343552534 | 0.623733711647446 | 0.990930482822373 | 0.949408384983343 | 0     |
| 11 | 0.0265974734519444 | 0.556148172777683 | 0.986701263274028 | 0.936378148942494 | 0     |
| 12 | 0.0572750417578434 | 0.467183193085609 | 0.971362479121078 | 0.880406561278623 | 0     |
| 13 | 0.0512464331144498 | 0.468415469524238 | 0.974376783442775 | 0.893913329130355 | 0     |
| 14 | 0.0140468044847939 | 0.514194210435854 | 0.992976597757603 | 0.970238878947483 | 0     |
| 15 | 0.0331416859051609 | 0.489505406851031 | 0.983429157047420 | 0.930741779309502 | 0     |
| 16 | 0.0339851637459579 | 0.558615708439367 | 0.983007418127021 | 0.916836819853420 | 0     |
| 17 | 0.0177190757619488 | 0.639131293854460 | 0.991140462119026 | 0.948423072079100 | 0     |
| 18 | 0.0130986796740640 | 0.496101684891754 | 0.993450660162968 | 0.973322836232160 | 0     |
| 19 | 0.0420305667721634 | 0.473921691427047 | 0.978984716613918 | 0.913499550699438 | 0     |
| 20 | 0.0387115082540393 | 0.494501997874377 | 0.980644245872980 | 0.917341397660830 | 0     |
| 21 | 0.0230985507737624 | 0.495822320671415 | 0.988450724613119 | 0.952044427492783 | 0     |
| 22 | 0.0318675995765283 | 0.515110937721828 | 0.984066200211736 | 0.929826887164041 | 0     |
| 23 | 0.0483697279410848 | 0.616643259559457 | 0.975815136029458 | 0.856674559437041 | 0     |
| 24 | 0.0161644138088197 | 0.558493251100895 | 0.991917793095590 | 0.962026225447045 | 0     |
| 25 | 0.0129715072741888 | 0.814064781917177 | 0.993514246362906 | 0.925103441196802 | 0     |
| 26 | 0.0253687921152113 | 0.723247192424970 | 0.987315603942394 | 0.899383052090946 | 0     |
| 27 | 0.0414965535359874 | 0.654473967422696 | 0.979251723232006 | 0.864336808337062 | 0     |
| 28 | 0.0434213241511081 | 0.644967932581621 | 0.978289337924446 | 0.861558873566286 | 0     |
| 29 | 0.0259026837331906 | 0.559332367306642 | 0.987048658133405 | 0.937659215534879 | 0     |
| 30 | 0.0289525686203526 | 0.538781249512810 | 0.985523715689824 | 0.933163367116310 | 0     |
| 31 | 0.0432773644713013 | 0.461470195162132 | 0.978361317764349 | 0.912955891076337 | 0     |
| 32 | 0.0856228267864556 | 0.435999909786455 | 0.957188586606772 | 0.823753347979261 | 0     |
| 33 | 0.0303560225147697 | 0.494535168740118 | 0.984821988742615 | 0.936243262476799 | 0     |
| 34 | 0.0255905441224825 | 0.478250436264980 | 0.987204727938759 | 0.948493884693532 | 0     |
| 35 | 0.0171086288893023 | 0.568511618523285 | 0.991445685555349 | 0.958748879172822 | 0     |
| 36 | 0.0181410825064946 | 0.609682432477695 | 0.990929458746753 | 0.951306390719379 | 0     |
| 37 | 0.0210877566074072 | 0.629198266152229 | 0.989456121696296 | 0.939790800723895 | 0     |
| 38 | 0.0293652676920815 | 0.492264025866911 | 0.985317366153959 | 0.938734387401565 | 0     |
| 39 | 0.0331136021018858 | 0.487335407654515 | 0.983443198949057 | 0.931118938079752 | 0     |
| 40 | 0.0339916300784801 | 0.509330165305390 | 0.983004184960760 | 0.925772550838894 | 0     |
| 41 | 0.0311143770443093 | 0.599457106038322 | 0.984442811477845 | 0.916019558917710 | 0     |
| 42 | 0.0188433385381112 | 0.645900196783474 | 0.990578330730944 | 0.943866835989805 | 0     |

| No | Contrast            | Energy            | Homogeneity       | Correlation       | kelas |
|----|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 43 | 0.0256593625889726  | 0.619619113034022 | 0.987170318705514 | 0.927815176529689 | 0     |
| 44 | 0.0236857872341998  | 0.701915722760267 | 0.988157106382900 | 0.913884270555235 | 0     |
| 45 | 0.0295014448480551  | 0.576096591079801 | 0.985249277575973 | 0.925382919819093 | 0     |
| 46 | 0.0317621997414002  | 0.570589220570045 | 0.984118900129300 | 0.920343787872115 | 0     |
| 47 | 0.0248415029275969  | 0.631936882501126 | 0.987579248536202 | 0.927772663280067 | 0     |
| 48 | 0.0324362668391963  | 0.619213555297148 | 0.983781866580402 | 0.907193854052468 | 0     |
| 49 | 0.0196511101228051  | 0.643562090159955 | 0.990174444938597 | 0.941732224415390 | 0     |
| 50 | 0.0530574137219848  | 0.481764166887845 | 0.973471293139008 | 0.886652704075280 | 0     |
| 51 | 0.00750031344817691 | 0.805206629049862 | 0.996249843275912 | 0.959970791819571 | 0     |
| 52 | 0.0132231441668999  | 0.771326828926442 | 0.993388427916550 | 0.938683180495748 | 1     |
| 53 | 0.0144327817731747  | 0.748093343576618 | 0.992783609113413 | 0.939284750244347 | 1     |
| 54 | 0.0127707483661782  | 0.752204498382307 | 0.993614625816911 | 0.945706844997440 | 1     |
| 55 | 0.0116983076653077  | 0.745320655172375 | 0.994150846167346 | 0.951888257438198 | 1     |
| 56 | 0.0128927389372628  | 0.754056984388845 | 0.993553630531369 | 0.944732300660407 | 1     |
| 57 | 0.0258726978699622  | 0.668919501485386 | 0.987063651065019 | 0.915438914991652 | 1     |
| 58 | 0.0252647741041921  | 0.649120105576174 | 0.987367612947904 | 0.922581373148759 | 1     |
| 59 | 0.0287303515631809  | 0.667764761571207 | 0.985634824218410 | 0.905627498506187 | 1     |
| 60 | 0.0162962902878094  | 0.772192234533521 | 0.991851854856095 | 0.923072286395417 | 1     |
| 61 | 0.0204553244341024  | 0.777516771700703 | 0.989772337782949 | 0.898992790970545 | 1     |
| 62 | 0.0220780098747783  | 0.793432354359959 | 0.988960995062611 | 0.880680636787506 | 1     |
| 63 | 0.0212362591663864  | 0.794981624955017 | 0.989381870416807 | 0.884767973336365 | 1     |
| 64 | 0.0108610875788931  | 0.810420214667568 | 0.994569456210553 | 0.939284588682570 | 1     |
| 65 | 0.0232341544939086  | 0.765774428533474 | 0.988382922753046 | 0.890202182105586 | 1     |
| 66 | 0.0289806909760450  | 0.736202465129211 | 0.985509654511978 | 0.877062079008670 | 1     |
| 67 | 0.0120678334630008  | 0.770554065027281 | 0.993966083268500 | 0.944536003261358 | 1     |
| 68 | 0.0159580962576670  | 0.737170811559451 | 0.992020951871167 | 0.935445146889128 | 1     |
| 69 | 0.0249189140522440  | 0.682041627993596 | 0.987540542973878 | 0.915172855289762 | 1     |
| 70 | 0.0249189140522440  | 0.682041627993596 | 0.987540542973878 | 0.915172855289762 | 1     |
| 71 | 0.0107959082854309  | 0.757103515247062 | 0.994602045857285 | 0.953515424680631 | 1     |
| 72 | 0.00580886608930443 | 0.879512049676953 | 0.997095566955348 | 0.949369065443549 | 1     |
| 73 | 0.0116182965554165  | 0.563670330401010 | 0.994190851722292 | 0.972655497510232 | 1     |
| 74 | 0.0166855508505876  | 0.625026669273756 | 0.991657224574706 | 0.953471552911615 | 1     |
| 75 | 0.0155479821293646  | 0.715043121238040 | 0.992226008935318 | 0.942349661931469 | 1     |
| 76 | 0.0175549640855548  | 0.546275527505747 | 0.991222517957223 | 0.959785601310025 | 1     |
| 77 | 0.0126693479350427  | 0.578216214012245 | 0.993665326032479 | 0.969048167793723 | 1     |
| 78 | 0.0206873977336770  | 0.520936041764223 | 0.989656301133161 | 0.954914605330667 | 1     |
| 79 | 0.0233212233951901  | 0.643178693928061 | 0.988339388302405 | 0.930196698073493 | 1     |
| 80 | 0.0206278904171528  | 0.726025009285543 | 0.989686054791424 | 0.918728298731276 | 1     |
| 81 | 0.0143239283846166  | 0.655233488580991 | 0.992838035807692 | 0.956684927078854 | 1     |
| 82 | 0.0167128331201164  | 0.637722868624623 | 0.991643583439942 | 0.951680534453355 | 1     |
| 83 | 0.0189343407230419  | 0.691431381386426 | 0.990532829638479 | 0.934715775188317 | 1     |
| 84 | 0.0191289245940080  | 0.759915114502651 | 0.990435537702996 | 0.913584966129417 | 1     |
| 85 | 0.0231897608190805  | 0.607880017462050 | 0.988405119590460 | 0.937247760999136 | 1     |
| 86 | 0.0225890991003402  | 0.601130422398892 | 0.988705450449830 | 0.940062202816135 | 1     |
| 87 | 0.0247459558966212  | 0.592794764707304 | 0.987627022051689 | 0.935413744638715 | 1     |



| No  | Contrast           | Energy            | Homogeneity       | Correlation       | kelas |
|-----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 88  | 0.0173316475136142 | 0.827898389998879 | 0.991334176243193 | 0.888261072338851 | 1     |
| 89  | 0.0185564980078062 | 0.659034621240615 | 0.990721750996097 | 0.942517548390055 | 1     |
| 90  | 0.0162239030391309 | 0.638035303774880 | 0.991888048480434 | 0.953118664166107 | 1     |
| 91  | 0.0166606779188174 | 0.753501250373403 | 0.991669661040591 | 0.927615831550027 | 1     |
| 92  | 0.0280315508528764 | 0.476646172291181 | 0.985984224573562 | 0.943497091441260 | 1     |
| 93  | 0.0354736337902940 | 0.466599881122122 | 0.982263183104853 | 0.928939332509598 | 1     |
| 94  | 0.0295062155184488 | 0.485203743786610 | 0.985246892240776 | 0.939316136300503 | 1     |
| 95  | 0.0360506189221319 | 0.505854948173407 | 0.981974690538934 | 0.921539896600376 | 1     |
| 96  | 0.0348429458770997 | 0.520968420481081 | 0.982578527061450 | 0.921790797291440 | 1     |
| 97  | 0.0281577723136630 | 0.587274997012506 | 0.985921113843169 | 0.926948193028520 | 1     |
| 98  | 0.0248493676461708 | 0.476135630333124 | 0.987575316176915 | 0.950265020128468 | 1     |
| 99  | 0.0322759390319124 | 0.469109215856767 | 0.983862030484044 | 0.935407671915074 | 1     |
| 100 | 0.0349368801702016 | 0.466394182674216 | 0.982531559914899 | 0.930115485590474 | 1     |
| 101 | 0.0330640717654673 | 0.489590098278967 | 0.983467964117266 | 0.930902135464138 | 1     |
| 102 | 0.0233423744147411 | 0.573184645243625 | 0.988328812792629 | 0.942239602408138 | 1     |
| 103 | 0.0326957645316004 | 0.588054129202042 | 0.983652117734200 | 0.914055457957813 | 1     |
| 104 | 0.0266643083959733 | 0.588918685912340 | 0.986667845802013 | 0.930786109483411 | 1     |
| 105 | 0.0227629805937540 | 0.587633357942184 | 0.988618509703123 | 0.941667575179688 | 1     |
| 106 | 0.0307311906265207 | 0.641511712474566 | 0.984634404686740 | 0.906535278763532 | 1     |
| 107 | 0.0387011331021337 | 0.573634557231520 | 0.980649433448933 | 0.900585326704194 | 1     |
| 108 | 0.0351831145849780 | 0.471777567380420 | 0.982408442707511 | 0.928828559029804 | 1     |
| 109 | 0.0147712114604266 | 0.537242342989766 | 0.992614394269787 | 0.967047489144455 | 1     |
| 110 | 0.0225372848773649 | 0.498367176269087 | 0.988731357561318 | 0.953013008463729 | 1     |
| 111 | 0.0108630556486545 | 0.558211381178955 | 0.994568472175673 | 0.974800970464905 | 1     |
| 113 | 0.0120500637064045 | 0.724946850689838 | 0.993974968146798 | 0.954214727235371 | 1     |
| 114 | 0.0335206604257684 | 0.572619528894390 | 0.983239669787116 | 0.915163167458483 | 1     |
| 115 | 0.0283793609947279 | 0.677088097381144 | 0.985810319502636 | 0.903944852425485 | 1     |
| 116 | 0.0275182695584706 | 0.620757936598047 | 0.986240865220765 | 0.921957004457760 | 1     |
| 117 | 0.0335239541629349 | 0.612595701610785 | 0.983238022918533 | 0.905611298013887 | 1     |
| 118 | 0.0225499146059894 | 0.716529816629095 | 0.988725042697005 | 0.913777109847202 | 1     |
| 119 | 0.0320889092837265 | 0.639624563195934 | 0.983955545358137 | 0.902601547358667 | 1     |
| 120 | 0.0290831630501810 | 0.677217478107718 | 0.985458418474910 | 0.901299533239089 | 1     |
| 121 | 0.0265754621471907 | 0.774510119824146 | 0.986712268926405 | 0.866938548433493 | 1     |
| 123 | 0.0455015524383972 | 0.553970814871420 | 0.977249223780801 | 0.887027602884580 | 1     |
| 124 | 0.0313604829015685 | 0.700822264268279 | 0.984319758549216 | 0.883392522105347 | 1     |
| 125 | 0.0316466134956796 | 0.734965382303583 | 0.984176693252160 | 0.865038339482929 | 1     |
| 126 | 0.0338792781712951 | 0.728619192932431 | 0.983060360914352 | 0.858104419562738 | 1     |
| 127 | 0.0193369022882857 | 0.831483603394454 | 0.990331548855857 | 0.870776011963286 | 1     |
| 128 | 0.0412995607237058 | 0.504659086357310 | 0.979350219638147 | 0.909412227955780 | 1     |
| 129 | 0.0331772177857631 | 0.626148856610132 | 0.983411391107119 | 0.902976042784294 | 1     |
| 130 | 0.0180258047411076 | 0.759401712436765 | 0.990987097629446 | 0.919178840058715 | 1     |
| 131 | 0.0322765067897518 | 0.646259772846584 | 0.983861746605124 | 0.899975921916490 | 1     |
| 132 | 0.0468411116928537 | 0.529491907823023 | 0.976579444153573 | 0.890071520801232 | 1     |

## Lampiran 4 – Program *Matlab*

```
clc; clear; close all; warning off all
```

```
%input data
```

```
I =imread('.jpg');
```

```
imshow(I)
```

```
edgeThreshold =0.9
```

```
A = localcontrast(I, edgeThreshold)
```

```
figure,imshow(A)
```

```
%inisialisasi masking untuk proses segmentasi
```

```
h = imrect;
```

```
setColor(h,'b')
```

```
mask = createMask(h);
```

```
%segmentasi active contour
```

```
bw = activecontour(A,mask,500);
```

```
figure, imshow(bw);
```

```
% menampilkan citra hasil segmentasi
```

```
[B,L] = bwboundaries(bw);
```

```
%% ekstraksi ciri morfologi
```

```
[B,L] = bwboundaries(bw);
```

```
hold on
```

```
for k = 1:length(B)
```

```
    boundary = B{k};
```

```
    plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'w', 'LineWidth', 2)
```

```
end
```

```
stats = regionprops(L,'Area','Perimeter','Eccentricity');
```

```
for k = 1:length(B)
```

```
    boundary = B{k};
```

```
    plot(boundary(:,2),boundary(:,1),'y','LineWidth',2);
```

```
    area = stats.Area;
```

```
    perimeter = stats.Perimeter;
```

```
    eccentricity = stats.Eccentricity;
```

```
    metric = 4*pi*area/perimeter^2;
```

```

end
%% ekstraksi ciri texture GLCM orde2
% membentuk matriks kookurensi
pixel_dist = 1;
GLCM = graycomatrix(bw,'Offset',[0 pixel_dist;...
    -pixel_dist pixel_dist; -pixel_dist 0; -pixel_dist -pixel_dist]);
% mengekstrak nilai contrast, correlation, energy, homogeneity
stats = graycoprops(GLCM,{'contrast','correlation','energy','homogeneity'});
% menghitung nilai rata2 masing2 ciri
contrast = mean(stats.Contrast);
correlation = mean(stats.Correlation);
energy = mean(stats.Energy);
homogeneity = mean(stats.Homogeneity);

%% ekstraksi ciri texture orde1
[pixelCounts, GLs] = imhist(bw);
NM = sum(pixelCounts); % number of pixels
% Calculate the mean
mean = sum(GLs .* (pixelCounts / NM));

L=length(pixelCounts);
ii=0:L-1;
variance=sum((ii-mean).^2*pixelCounts/NM);
skewness=sum((ii-mean).^3*pixelCounts/NM);
kurtosis=sum((ii-mean).^4*pixelCounts/NM)-3*L;

data_all=[area,perimeter,eccentricity,metric,variance,skewness,kurtosis,mean,contrast,energy,homogeneity,correlation];

```

## Lampiran 5 – Performa RapidMiner

The screenshot displays the RapidMiner Process Designer interface. The main workspace shows a workflow starting with 'Read Excel', followed by 'Normalize' and 'Multiply' operators. The output of 'Multiply' is connected to three 'Validation' operators. The right-hand panel is configured for 'Validation (X-Validation)' with 'average performances only' checked, 'number of validations' set to 7, and 'sampling type' set to 'stratified sampling'.

Table / Plot View | Text View | Annotations

Criterion Selector

- accuracy
- precision
- recall
- AUC (optimistic)
- AUC
- AUC (pessimistic)

Multiclass Classification Performance | Annotations

Table View | Plot View

accuracy: 64.04% +/- 10.02% (mikro: 63.85%)

|              | true 0.0 | true 1.0 | class precision |
|--------------|----------|----------|-----------------|
| pred. 0.0    | 55       | 27       | 67.07%          |
| pred. 1.0    | 20       | 28       | 58.33%          |
| class recall | 73.33%   | 50.91%   |                 |