

**KLASIFIKASI DATA CITRA X-RAY COVID-19 MEGGUNAKAN  
METODE GLCM DAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)**

**SKRIPSI**



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

Disusun Oleh

**VIVIN UMROTUL MABRUROH MAKSUM**

**H72217042**

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

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : VIVIN UMROTUL MABRUROH MAKSUM

NIM : H72217042

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul ” KLASIFIKASI DATA CITRA X-RAY COVID-19 MEGGUNAKAN METODE GLCM DAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) ”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Januari 2021

Yang menyatakan,



VIVIN UMROTUL MABRUROH MAKSUM  
NIM. H72217042

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : VIVIN UMROTUL MABRURUH MAKSUM  
NIM : H72217042  
Judul Skripsi : KLASIFIKASI DATA CITRA X-RAY COVID-19  
MEGGUNAKAN METODE GLCM DAN *EXTREME  
LEARNING MACHINE* (ELM)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 20 Januari 2021

Pembimbing I



Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Pembimbing II



Dr. Abdulloh/Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : VIVIN UMROTUL MABRUROH MAKSUM  
NIM : H72217042  
Judul Skripsi : KLASIFIKASI DATA CITRA X-RAY COVID-19  
MEGGUNAKAN METODE GLCM DAN *EXTREME  
LEARNING MACHINE* (ELM)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 08 Februari 2021

Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

Penguji II



Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom  
NIP. 199011022014032004

Penguji III



Dian C. Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Fatimatul Rusydiyah, M.Ag  
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

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

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : VIVIN UMROTUL MABRUOH MAKSUM  
NIM : H72217092  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA  
E-mail address : vivinmabrurroh@gmail.com

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

Sekripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

KLASIFIKASI DATA CITRA X-RAY COVID-19 MENGGUNAKAN  
METODE GLCM DAN EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 Februari 2021

Penulis

(VIVIN UMROTUL M.M )  
nama terang dan tanda tangan







2.4.1. Tahap <i>Preprocessing</i> pada Citra	21
2.4.2. Analisis Citra	21
2.5. <i>Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)</i>	22
2.5.1. Kontras ( <i>Contrast</i> )	24
2.5.2. Homogenitas ( <i>Homogeneity</i> )	25
2.5.3. Energi ( <i>Energy</i> )	25
2.5.4. Korelasi ( <i>Correlation</i> )	25
2.6. <i>K-fold Cross Validation</i>	26
2.7. <i>Machine Learning</i>	28
2.8. Jaringan Saraf Tiruan	28
2.9. <i>Extreme Learning Machine (ELM)</i>	28
2.10. Evaluasi Kinerja Klasifikator	33
2.10.1. <i>Confusion Matrix</i> Dua Kelas	33
<b>III METODE PENELITIAN</b>	<b>35</b>
3.1. Jenis Penelitian	35
3.2. Data Penelitian	35
3.3. Pengolahan Data	36
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>40</b>
4.1. <i>Preprocessing</i> Data	40
4.1.1. <i>Resize</i>	41
4.2. Ekstraksi Fitur	43
4.3. Klasifikasi <i>Extreme Learning Machine (ELM)</i>	49
4.3.1. Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	49
4.4. Evaluasi	52
4.5. Integrasi Keilmuan	59
<b>V PENUTUP</b>	<b>62</b>
5.1. Simpulan	62
5.2. Saran	63











dengan tanpa memasukkan alat ke dalam tubuh (*non-invasive*) melalui pencitraan paru-paru, karena penyakit COVID-19 ini mengaju pada gejala yang timbul yaitu sesak nafas sebagai akibat dari pneumonia akut (Huang et al., 2020). Oleh karena itu metode alternatif untuk mengetahui pasien tersebut terinfeksi penyakit COVID-19 atau tidak antara lain dengan menggunakan tes uji *swab*, PCR, atau dengan CT *scan* dan X-Ray. (Liu et al., 2020) melakukan evaluasi tingkat keparahan COVID-19 pada 73 pasien dengan menggunakan CT *scan* menghasilkan 6 pasien dari 73 pasien didiagnosis pneumonia dan sisinya didiagnosis terinfeksi COVID-19 (Liu et al., 2020).

CT *scan* memiliki peluang yang sangat bagus dibandingkan dengan *chest x-ray* untuk mendeteksi COVID-19 karena CT *scan* hasilnya lebih presisi, akan tetapi teknik ini membutuhkan biaya hingga jutaan dolar sedangkan untuk *chest x-ray* bisa jadi sepuluh kali lipat lebih murah daripada CT *scan* dan umumnya hanya ada di rumah sakit pusat saja (Self et al., 2013). Oleh karena itu muncul ilmu radiologi yaitu dengan menggunakan sinar-X. Metode ini menggunakan sinar-X berupa titik dan detektor yang digunakan adalah selebar film negatif. Dampak dari sinar-X ini adalah menghitamkan film negatif tersebut. Oleh karena itu, benda-benda yang mendapatkan sinar yang lebih banyak akan ditampilkan pada sebuah film negatif dimana warnanya lebih terang daripada benda-benda yang mendapatkan sinar lebih sedikit. Sinar-X atau X-Ray ini paling sering digunakan, karena biayanya yang lebih murah dan hasil yang cepat (Pereira et al., 2020; Rahmadewi and Kurnia, 2016)

X-Ray yang dijadikan sebagai alternatif dalam mempelajari COVID-19. X-Ray ini dianggap bisa menggambarkan kondisi pasien yang terinfeksi COVID-19 dan juga dapat menjadi alat bantu diagnosa klinis. Citra medis seperti

*X-Ray* dapat dianalisis dengan mudah menggunakan *Computer Aided Diagnosis* (CAD). Tujuan dari *preprocessing* adalah untuk memperbaiki kualitas suatu citra. Kualitas dari suatu citra medis hasilnya berbeda-beda tergantung pada proses pengambilan citra. Ekstraksi fitur ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dari suatu nilai ciri statistik yang terkandung dalam citra tersebut. Sehingga pembeda objek pada citra satu dengan citra yang lainnya dilihat dari hasil ekstraksi fitur tersebut. Salah satu metode ekstraksi fitur yang populer adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) (Punitha et al., 2018). GLCM ini mengambil pola tekstur yang akan dianalisis dengan cara mengekstraksi suatu citra untuk mengambil informasi struktural. GLCM sangat akurat dalam hal mendeskripsikan fitur atau ciri dalam merepresentasikan analisis tekstur pada citra (Roberti de Siqueira et al., 2013). Pada GLCM terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan, seperti kontras, energi, entropi dan homogenitas (Hall-beyer, 2017). Metode GLCM telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian seperti deteksi tumor otak, deteksi leukimia limfoblastik akut (Mishra et al., 2017), klasifikasi jenis daging berdasarkan tekstur (Neneng et al., 2016) dan lain sebagainya karena GLCM memiliki kinerja yang baik dalam proses ekstraksi fitur. Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh (Tahir, 2018) hasil simulasinya menunjukkan bahwasannya kinerja dari sistem prediksi yang diusulkan konsisten sesuai dengan pengurangan fitur (Tahir, 2018). Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwasannya hasil akurasi deteksi leukimia akut yang diekstraksi dengan menggunakan GLCM menghasilkan akurasi diatas 95% (Mishra et al., 2017). Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Neneng et al., 2016) untuk klasifikasi citra berdasarkan tekstur menggunakan GLCM menghasilkan tingkat pengenalan terbaik diambil pada jarak pengambilan 20 cm pada arah GLCM 135° sebesar 87,5%. Penelitian yang dilakukan oleh (Situmorang et al., 2019) hasil ekstraksi

ciri dengan menggunakan GLCM pada telapak tangan menghasilkan nilai akurasi yang baik yaitu sebesar 87,17%.

Permasalahan klasifikasi pada saat ini bisa diselesaikan dengan *Artificial Intelligence* atau yang dikenal sebagai kecerdasan buatan (Devi et al., 2016). Metode yang akan digunakan pada tahap klasifikasi untuk menentukan suatu data chest X-Ray tergolong COVID-19 ataupun tidak salah satunya adalah metode *Extreme Learning Machine* (ELM). ELM adalah jaringan saraf tiruan umpan maju (*feedforward*) yang memiliki satu lapisan tersembunyi atau sering disebut dengan *Single Hidden Layer Feedforward Neural Networks* (SLFNs) (Suresh et al., 2009). Kelebihan utama yang dimiliki oleh ELM adalah kecepatan pembelajaran (Shahsavari, 2016). Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan beberapa percobaan penelitian klasifikasi menggunakan metode ELM. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fadilla untuk mendeteksi penyakit ginjal dengan menggunakan metode ELM menghasilkan nilai rata-rata *precision* 96,7%, *recall* 96,8%, dan akurasi 96,7% dengan jumlah hidden neuron sebanyak 50 (Fadilla Ifan, Putra Pandu Adikara (2018)). Penelitian yang dilakukan oleh Ponni dalam mengklasifikasi penyakit *diabetic retinopathy* yaitu dengan membandingkan dua metode yaitu *Support Vector Machine* (SVM) dan ELM. Setelah melakukan beberapa percobaan, diperoleh kesimpulan bahwasannya metode ELM memiliki kinerja yang baik dalam mengklasifikasi penyakit *diabetic retinopathy* dibandingkan dengan metode SVM. Metode ELM menghasilkan nilai *sensitivity*, *specifty* dan *accuracy* sebesar 96,66%, 100% dan 97,5% (Bala and Vijayachitra (2015); Khotimah et al. (2010)). Penelitian yang juga dilakukan oleh Pratiwi and Harianto (2019) menyatakan bahwa metode ELM memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah yaitu 14,84% dibandingkan dengan metode *Backpropagation* yaitu 28,20%





























## 2.4. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan sebuah ilmu yang mempelajari tentang hal-hal yang bersangkutan dengan perbaikan kualitas gambar, meliputi peningkatan kontras, transformasi warna, dan restorasi citra. Transformasi gambar meliputi rotasi, skala, dan transformasi geometrik. Melakukan pemilihan citra ciri atau *feature image* yang optimal dengan tujuan analisis untuk melakukan proses penarikan suatu informasi atau untuk deskripsi suatu objek dan lain sebagainya. *Input* dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan untuk *output* adalah citra yang telah diolah (Utara, 2003). Berikut akan dijelaskan terkait dengan teknik-teknik pengolahan citra digital untuk klasifikasi Andono (2017).

### 2.4.1. Tahap *Preprocessing* pada Citra

*Preprocessing* merupakan suatu tahapan untuk memberikan peningkatan kualitas yang lebih baik lagi pada sebuah citra. Tujuan utama tahapan *preprocessing* ini adalah untuk memproses suatu citra sehingga citra yang kita inginkan hasilnya lebih baik. Salah satu contoh dari *preprocessing* adalah seperti mengubah ukuran citra, mengubah citra RGB ke citra *grayscale* dan lain-lain Purnamasari (2017).

### 2.4.2. Analisis Citra

Pada bab ini akan menjelaskan tentang cara menganalisis citra. Analisis citra ini adalah suatu teknik untuk mendeteksi tekstur, tepi, bentuk dan lain sebagainya untuk mendapatkan informasi dari sebuah citra. Analisis citra untuk tekstur memiliki banyak metode, salah satunya adalah *Gray Level Co-occurrence*













## 2.7. Machine Learning

*Machine learning* merupakan pemrograman dalam komputer untuk mengoptimalkan kriteria kinerja dalam komputer dengan menggunakan data sampel atau penelitian yang terdahulu (Alpaydin, 2020). Data yang digunakan biasanya dibagi menjadi 2 yaitu data *training* dan data *testing*. Pada suatu penelitian dibutuhkan data *training* dan juga data *testing*, di mana data *training* digunakan untuk tahap pembelajaran sedangkan untuk menguji kinerja pada suatu metode atau algoritma menggunakan data yang disebut dengan data *testing* (Fikriya, Z. A., Irawan, M. I., 2017).

## 2.8. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (*feedforward*) merupakan cabang dari ilmu kecerdasan buatan. Jaringan saraf tiruan biasa digunakan untuk mencari pola data atau keterkaitan antar data yang biasanya memiliki kapasitas data yang besar dan sulit untuk dianalisis (Kusumadewi, 2004). Untuk mengetahui struktur *feedforward* yaitu dengan melihat berapa banyak jumlah (*layer*) dan jumlah node di setiap lapisannya. Oleh karena itu, model *feedforward* ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi dan juga lapisan output yang saling terhubung satu dengan yang lainnya (Fadilla Ifan, Putra Pandu Adikara, 2018).

## 2.9. Extreme Learning Machine (ELM)

*Extreme Learning Machine* (ELM) adalah salah satu jaringan saraf tiruan dengan umpan maju (*feedforward*) yang mana memiliki satu lapisan tersembunyi yang disebut dengan *Single Hidden Layer Feedforward Neural Networks* (SLFNs)











Tabel 2.2 *Confusion matrix*

Nilai Prediksi	Nilai Aktual	
	<i>True</i>	<i>False</i>
<i>True</i>	<i>True Positif</i> (TP)	<i>False Positif</i> (FP)
<i>False</i>	<i>False Negatif</i> (FN)	<i>True Negatif</i> (TN)

Dari Tabel 2.2 dapat dihitung tingkat akurasi, sensitivitas dan spesifisitas di mana akurasi merupakan keberhasilan dari suatu sistme untuk klasifikasi, sensitivitas merupakan nilai dari hasil klasifikasi di mana penderita penyakit terdiagnosis berpenyakit dan untuk spesitifitas adalah nilai dari klasifikasi yang penderitanya tersebut sehat dan tidak terdiagnosa memiliki penyakit. Pada Persamaan 2.14 sampai dengan Persamaan 2.16 menunjukkan perhitungan untuk mencari nilai akurasi, sensitivitas dan juga spesifisitas.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100 \quad (2.14)$$

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP + FN} \times 100 \quad (2.15)$$

$$Spesifisitas = \frac{TN}{TN + FP} \times 100 \quad (2.16)$$





































20	Sigmoid	91.26	80.00	91.83	1.913
	Linear	88.83	100.00	88.78	0.053
	Sin	90.29	75.00	90.90	0.302
	Radial Basis	89.80	66.67	90.86	0.129
25	Sigmoid	88.84	54.55	90.77	0.338
	Linear	88.84	100.00	88.78	0.195
	Sin	87.86	42.86	89.45	0.277
	Radial Basis	87.86	44.44	89.85	0.065
30	Sigmoid	91.26	77.78	91.88	0.298
	Linear	88.84	66.67	89.16	0.075
	Sin	91.75	73.33	93.19	0.060
	Radial Basis	90.29	64.28	92.19	0.066
35	Sigmoid	91.75	81.82	92.31	0.059
	Linear	88.44	50.00	88.72	0.056
	Sin	89.81	58.82	92.59	0.057
	Radial Basis	88.35	50.00	91.15	0.079

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh evaluasi pada rotasi  $0^\circ$  dengan  $k = 5$  menggunakan metode *extreme learning machine*. Terlihat bahwa hasil terbaik ditunjukkan pada saat menggunakan 35 *node hidden* pada fungsi aktivasi sigmoid dengan akurasi sebesar 91,75%, sensitivitas sebesar 81,82% dan spesifisitas sebesar 92.31%. Ini menunjukkan bahwasannya hasil dari akurasi yang tinggi dapat melakukan klasifikasi dengan ELM sangat baik. Data yang benar terklasifikasi pada masing-masing kelasnya menunjukkan nilai dari sensitivitas dan spesifisitas. Kemudian pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil klasifikasi COVID-19





	Radial Basis	90.24	100.00	90.00	0.080
10	Sigmoid	89.32	66.67	90.00	0.060
	Linear	90.29	100.00	90.00	0.053
	Sin	90.29	75.00	90.90	0.054
	Radial Basis	88.40	50.00	88.78	0.063
15	Sigmoid	91.75	88.90	91.88	0.303
	Linear	88.32	100.00	89.21	0.111
	Sin	90.29	83.40	90.50	0.056
	Radial Basis	90.30	75.00	90.90	0.071
20	Sigmoid	89.81	80.00	90.04	0.060
	Linear	89.32	100.00	89.22	0.082
	Sin	89.81	80.00	90.04	0.089
	Radial Basis	89.81	80.00	90.04	0.060
25	Sigmoid	89.80	63.64	91.28	0.059
	Linear	88.84	100.00	88.78	0.061
	Sin	89.32	58.33	91.24	0.163
	Radial Basis	89.32	62.50	90.90	0.064
30	Sigmoid	88.84	54.55	90.78	0.072
	Linear	88.35	50.00	88.73	0.228
	Sin	88.84	55.56	90.36	0.072
	Radial Basis	88.84	54.55	90.77	0.208
35	Sigmoid	92.72	80.00	93.72	0.142
	Linear	88.84	66.68	89.16	0.057
	Sin	93.20	85.71	93.75	0.065
	Radial Basis	92.72	80.00	93.72	0.062

















- Fadilla Ifan, Putra Pandu Adikara, R. S. P. (2018). Klasifikasi Penyakit Chronic Kidney Disease ( CKD ) Dengan Metode Extreme Learning Machine ( ELM ). *Jurnal Keperawatan*, 2(February):3397–3405.
- Fikriya, Z. A., Irawan, M. I., S. (2017). Implementasi Extreme Learning Machine untuk Pengenalan Objek Citra Digital.
- Github (2019). covid chest X-Ray dataset.
- Hall-beyer, M. (2017). Practical guidelines for choosing GLCM textures to use in landscape classification tasks over a range of moderate spatial scales Practical guidelines for choosing GLCM textures to use in. *International Journal of Remote Sensing*, 38(5):1312–1338.
- Handika, S., Gririantari, I., and Dharma, A. (2016). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine dan Particle Swarm Optimization Extreme Learning Machine untuk Peramalan Jumlah Penjualan Barang. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 15(1):84.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., Xiao, Y., Gao, H., Guo, L., Xie, J., Wang, G., Jiang, R., Gao, Z., Jin, Q., Wang, J., and Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223):497–506.
- Indriyanti, Sugianti, D., and Karomi, M. A. A. (2017). Peningkatan Akurasi Algoritma KNN dengan Seleksi Fitur Gain Ratio untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes Mellitus. *IC-Tech*, 7(2):1–6.
- Jain, R., Nagrath, P., Kataria, G., Sirish Kaushik, V., and Jude Hemanth, D. (2020).



- MathWorks (2020). FIS Parameter Optimization with K-fold Cross Validation.
- Mishra, S., Majhi, B., Sa, P. K., and Sharma, L. (2017). Gray level co-occurrence matrix and random forest based acute lymphoblastic leukemia detection. *Biomedical Signal Processing and Control*, 33:272–280.
- Neneng, N., Adi, K., and Isnanto, R. (2016). Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(1):1.
- Novitasari, D., Hendradi, R., Caraka, R. E., Rachmawati, Y., Fanani, N. Z., Syarifudin, A., Toharudin, T., and Chien, R. C. (2020). Detection of covid-19 chest x-ray using support vector machine and convolutional neural network. pages 1–19.
- ozturk, Saban; Akdemir, B. (2018). Application of Feature Extraction and Classification Methods for Histopathological Image using GLCM. *Application of Feature Extraction and Classification Methods for Histopathological Image using GLCM*,.
- Pereira, R. M., Bertolini, D., Teixeira, L. O., Silla, C. N., and Costa, Y. M. (2020). COVID-19 identification in chest X-ray images on flat and hierarchical classification scenarios. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 194:105532.
- Prabowo, D. A. and Abdullah, D. (2018). Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking. *Pseudocode*, 5(2):85–91.

- Pratiwi, H. and Harianto, K. (2019). Perbandingan Algoritma ELM Dan Backpropagation Terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa. 3(September):282–294.
- Province, H. (2020). The Novel Coronavirus Originating in Wuhan , China Challenges for Global Health Governance. pages 2019–2020.
- Punitha, S., Amuthan, A., and Joseph, K. S. (2018). Benign and malignant breast cancer segmentation using optimized region growing technique. *Future Computing and Informatics Journal*, 3(2):348–358.
- Purnamasari, I. T. (2017). Pengenalan Ciri Garis Telapak Tangan Menggunakan Ekstraksi Fitur (GLCM) dan Metode K-NN.
- Rahmadewi, R. and Kurnia, R. (2016). Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Citra Rontgen dengan Metoda Segmentasi Sobel. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(1):7.
- Rausanfitra, A., Adikara, P. P., and Adinugroho, S. (2018). Analisis Sentimen Twitter Menggunakan Ensemble Feature dan Metode Extreme Learning Machine ( ELM ) ( Studi Kasus : Samsung Indonesia ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(12):6409–6417.
- Roberti de Siqueira, F., Robson Schwartz, W., and Pedrini, H. (2013). Multi-scale gray level co-occurrence matrices for texture description. *Neurocomputing*, 120:336–345.
- Self, W. H., Courtney, D. M., McNaughton, C. D., Wunderink, R. G., and Kline, J. A. (2013). High discordance of chest x-ray and computed tomography for

- detection of pulmonary opacities in ED patients: Implications for diagnosing pneumonia. *American Journal of Emergency Medicine*, 31(2):401–405.
- Shahsavari, M. K. (2016). Using Extreme Learning Machine and Hybrid. *2016 4th International Conference on Control, Instrumentation, and Automation (ICCIA)*, (January):27–28.
- Situmorang, G. T., Widodo, A. W., and Rahman, M. A. (2019). Penerapan Metode Gray Level Cooccurrence Matrix ( GLCM ) untuk Ekstraksi Ciri pada Telapak Tangan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(5):4710–4716.
- Sudaryanto, A. (2018). Inpanting Citra Biner Menggunakan Metode Modus Matrik Metode. 03(01):22–26.
- Suresh, S., Venkatesh Babu, R., and Kim, H. J. (2009). No-reference image quality assessment using modified extreme learning machine classifier. *Applied Soft Computing Journal*, 9(2):541–552.
- Tahir, M. (2018). Pattern analysis of protein images from fluorescence microscopy using Gray Level Co-occurrence Matrix. *Journal of King Saud University - Science*, 30(1):29–40.
- Tempola, F., Muhammad, M., and Khairan, A. (2018). Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan Naive Bayes pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan K-Fold Cross Validation. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(5):577.
- Utara, U. S. (2003). Universitas Sumatera Utara 4. pages 4–16.
- Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., Wang, B., Xiang, H., Cheng, Z., Xiong, Y., Zhao, Y., Li, Y., Wang, X., and Peng, Z. (2020). Clinical

Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 323(11):1061–1069.

Yang, X., Yu, Y., Xu, J., Shu, H., Xia, J., Liu, H., Wu, Y., Zhang, L., Yu, Z., Fang, M., Yu, T., Wang, Y., Pan, S., Zou, X., Yuan, S., and Shang, Y. (2020). Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(5):475–481.

Zu, Z. Y., Jiang, M. D., Xu, P. P., Chen, W., Ni, Q. Q., Lu, G. M., and Zhang, L. J. (2020). H13. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Perspective from China. *Radiology*, 200490. [https://doi. Radiology](https://doi.org/10.1148/radiol.2020200490), 2019:200490.