

**IDENTIFIKASI KANKER PAYUDARA BERDASARKAN DATA CITRA
ULTRASOUND MENGGUNAKAN ANALISIS TEKSTUR GLRLM DAN
*KERNEL EXTREME LEARNING MACHINE (KELM)***

PROPOSAL SKRIPSI



Disusun Oleh:

ALVIN NURALIF RAMADANTI

H72219021

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

2022

LAPORAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proposal skripsi dibuat oleh:

Nama : ALVIN NURALIF RAMADANTI
NIM : H72219021
Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KANKER PAYUDARA BERDASARKAN
DATA CITRA ULTRASOUND MENGGUNAKAN
ANALISIS TEKSTUR GLRLM DAN KERNEL EXTREME
LEARNING MACHINE (KELM)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dian C. Rini Novitasari, M. Kom

NIP. 198511242014032001

NIP.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya

Yuniar Farida, MT

NIP. 197905272014032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALVIN NURALIF RAMADANTI
NIM : H72219021
Program Studi : Matematika
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan proposal skripsi saya yang berjudul “IDENTIFIKASI KANKER PAYUDARA BERDASARKAN DATA CITRA ULTRASOUND MENGGUNAKAN ANALISIS TEKSTUR GLRLM DAN KERNEL EXTREME LEARNING MACHINE (KELM). Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Dengan pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 05 September 2022

ALVIN NURALIF RAMADANTI

NIM. H92219061

MOTTO

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang dilimpahkan kepada penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “IDENTIFIKASI KANKER PAYUDARA BERDASARKAN DATA CITRA ULTRASOUND MENGGUNAKAN ANALISIS TEKSTUR GLRLM DAN KERNEL EXTREME LEARNING MACHINE (KELM)” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar S.Mat di UIN Sunan Ampel Surabaya dengan baik. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung atas bantuan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. A. Saepul Hamdani, M. Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
2. Ibu Yuniar Farida, MT selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ampel Surabaya.
3. Ibu Dian C. Rini Novitasari selaku Pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, saran serta ide selama proses penulisan skripsi.
4. Bapak selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, tenaga, saran serta ide selama proses penulisan skripsi.
5. Seluruh Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya yang telah membimbing serta memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Keluarga penulis yang selalu memberikan semangat serta support yang sangat berarti bagi penulis selama menempuh masa kuliah hingga penyelesaian skripsi

7. Teman-teman Matematika angkatan 19 yang telah menjadi bagian dari masa perkuliahan penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu, memberikan arahan serta semangat selama proses penulisan skripsi.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk memperbaiki segala kekurangannya. Bagi pihak yang telah membantu semoga segala kebbaikannya mendapat balasan dari Allah SWT, Amiin.

Surabaya, 05 September 2022

Penulis

9.

DAFTAR ISI

LAPORAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
ABSTRAK	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
LANDASAN TEORI	7
2.1. Kanker.....	7
2.2. Kanker payudara	7
2.3. Citra digital.....	8
2.3.1. Citra Warna	8
2.3.2. Citra grayscale	9
2.3.3. Citra biner	10
2.4. GLRLM.....	11
2.4.1. Short Run Emphasis (SRE)	11
2.4.2. Long Run Emphasis (LRE)	12
2.4.3. Gray Level Nonuniformity (GLN)	12
2.4.4. Run Length Nonuniformity (RLN)	12

2.4.5. Run Percentage (RP)	13
2.4.6. Low Gray-level Run Emphasis (LGRE).....	13
2.4.7. High Gray-level Run Emphasis (HGRE)	13
2.4.8. Short Run Low Gray-level Emphasis (SRLGE)	14
2.4.9. Short Run High Gray-level Emphasis (SRHGE)	14
2.4.10. Long Run Low Gray-level Emphasis (LRLGE)	14
2.4.11. Long Run High Gray-level Emphasis (LRHGE).....	14
2.5. K-Fold Cross Validation.....	15
2.6. Kernel Extreme Learning Machine (KELM)	16
2.6.1. Tahapan <i>Training</i> KELM.....	20
2.6.2. Tahapan <i>Testing</i> KELM	21
2.6.3. Kernel	21
2.7. Confusion matrix.....	22
2.8. Integrasi keislaman	24
2.8.1. Penyakit dalam Islam.....	25
2.8.2. Keharusan Bagi Orang yang Sakit	26
BAB III.....	28
METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Jenis Penelitian	28
3.2. Jenis dan Sumber Data	28
3.3 Kerangka Penelitian.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra Warna Beserta Pikselnya.....	9
Gambar 2. 2 Gambar Citra Grayscale Beserta Pikselnya	10
Gambar 2. 3 Gambar Citra Biner Beserta Pikselnya.....	10
Gambar 2. 4 Sudut GLRLM.....	11
Gambar 2. 5 K-Fold Cross Validation	16
Gambar 2. 6 Arsitektur KELM.....	19
Gambar 2. 7 Multi Class Confusion Matriks	22
Gambar 3. 1 Sampel Normal	28
Gambar 3. 2 Sampel Benign	29
Gambar 3. 3 sampel Malignant	29
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Aktivasi.....	17
Tabel 2. 2 Fungsi Kernel	22

ABSTRAK

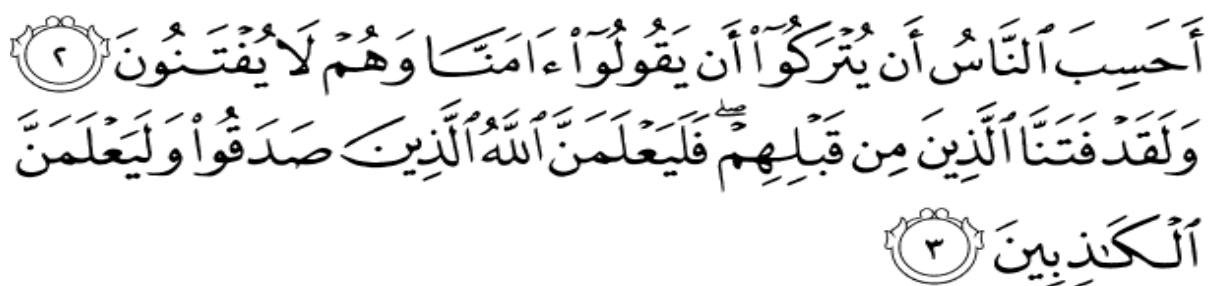
**IDENTIFIKASI KANKER PAYUDARA BERDASARKAN DATA CITRA
ULTRASOUND MENGGUNAKAN ANALISIS TEKSTUR GLRLM DAN KERNEL
EXTREME LEARNING MACHINE (KELM)**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap makhluk yang hidup di dunia ini terutama manusia pasti akan mendapatkan ujian dari Allah SWT. Allah SWT memberikan ujian kepada manusia untuk menguji kesabaran hambanya dan juga untuk meningkatkan ketakwaan hambanya. Salah satu bentuk ujian yang diberikan oleh Allah kepada manusia yaitu penyakit, sebagaimana yang tertulis dalam Al-Qur'an surat Al-Ankabut ayat 2-3 yang berbunyi:



Yang memiliki artinya : “Apakah manusia itu mengira bahwa mereka dibiarkan (saja) mengatakan: “Kami telah beriman”, sedang mereka tidak diuji lagi? Dan sesungguhnya Kami telah menguji orang-orang yang sebelum mereka, maka sesungguhnya Allah mengetahui orang-orang yang benar dan sesungguhnya Dia mengetahui orang-orang yang dusta.” (QS al-Ankabut [29]: 2-3).

Maksud dari ayat tersebut yaitu Allah memberikan ujian kepada hambanya agar hambanya bisa meningkatkan ketaqwaanya dan bisa menjadi manusia yang lebih baik lagi. Salah satu bentuk ujian yang diberikan berupa penyakit yang tergolong mematikan salah satunya yaitu kanker. Kanker termasuk dalam penyakit dengan tingkat kematian tertinggi pada negara-negara maju. Pada tahun 2018, tercatat sebanyak 18.1 juta kasus penderita kanker dengan angka kematian yang disebabkan oleh kanker sebanyak 9.6 juta jiwa (Riani and Ambarwati 2020). Sedangkan, pada tahun 2020 sendiri, tercatat sebanyak 19.3 kasus kanker baru dengan tingkat kematian sebesar 10 juta jiwa (Sung, Ferlay, Rebecca L. Siegel, et al. 2021). WHO memperkirakan pada tahun 2040 jumlah penderita kanker di seluruh dunia

mencapai 28.9 juta jiwa. Pada tahun 2020, di Indonesia sendiri penderita kanker mencapai 396.914 dengan total kematian sebesar 234.511 (Hafsah 2022). Terdapat berbagai macam jenis kanker yang menyerang manusia baik laki-laki maupun perempuan yaitu kanker serviks, kanker usus besar, kanker hati, kanker paru, kanker prostat dan juga kanker payudara. Salah satu jenis kanker yang banyak di derita yaitu kanker payudara. Berdasarkan data GLOBOCAN tahun 2020 kanker payudara menempati urutan yang pertama dengan tingkat penambahan kasus baru sebesar 11.7% dan total kematian sebesar 6.9% (Sung, Ferlay, Rebecca L Siegel, et al. 2021).

Kanker payudara merupakan kanker yang dapat menyerang laki-laki maupun perempuan. Kanker payudara terjadi karena adanya sel tidak normal yang tumbuh dan berkembang pada payudara (Fatima et al. 2020). Indonesia termasuk dalam negara dengan jumlah penderita kanker payudara terbanyak. Pada tahun 2018, penderita kanker payudara diperkirakan 42,1 per 100.000 penduduk dengan rata-rata kematian 17 per 100.000 penduduk (Kusumawaty et al. 2021). Sedangkan, pada tahun 2020 jumlah penambahan kasus baru kanker payudara sebesar 396.914 dengan total kematian sebesar 234.511 (Hafsah 2022). Faktor risiko utama kanker payudara dipengaruhi oleh usia, dimana semakin bertambahnya usia seseorang maka resiko terkena kanker payudara juga semakin besar. Perempuan berusia diatas 40 tahun lebih banyak terserang kanker payudara. Namun, perempuan di bawah usia 40 tahun juga bisa terserang kanker payudara dengan risiko yang lebih rendah (Amaliyah, Muchtar, and Maulida 2020). Oleh karena itu, diperlukan deteksi dini kanker payudara yang bertujuan untuk menekan angka kasus kematian akibat kanker payudara.

Pada saat ini, terdapat berbagai cara yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi dini adanya kanker payudara salah satunya yakni dengan memanfaatkan citra kesehatan. Salah satu citra yang dapat digunakan untuk deteksi dini kanker payudara yaitu *ultrasound image*. *Ultrasound image* banyak digunakan dalam deteksi dini kanker payudara karena *ultrasound image* dapat memberikan informasi yang cukup baik dan juga tangkapan yang diberikan lebih menyeluruh. Tangkapan hasil *ultrasound image* yang dihasilkan ialah kelenjar getah bening pada bagian aksila, antara otot dada, daerah subklavia, rantai dan leher toraks (Irawati 2022). Beberapa penelitian yang menggunakan *ultrasound image* dalam deteksi kanker payudara seperti yang dilakukan oleh A. Becker dkk yang menggunakan metode *Generic Deep Learning* (Becker et al. 2018). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh X. Xie dkk yang menggunakan metode CNN (Xie et al. 2018). Penelitian lain yang menggunakan *ultrasound image* yaitu penelitian yang dilakukan oleh Arwoko menggunakan *Fitur Koefisien Discrete Cosine Transform (DTC)* (Arwoko 2022). Dalam klasifikasi kanker

payudara terdapat berbagai tahapan yang dilakukan yaitu ekstraksi fitur dan masuk dalam sistem klasifikasi.

Ekstraksi fitur merupakan tahapan yang digunakan untuk memperoleh nilai ciri dari suatu citra (Hakim et al. 2022). Berbagai macam metode untuk melakukan ekstraksi fitur seperti *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM), *Gray Level Difference Matrix* (GLDM), dan *Gray Level Run Length Matrix* (GLRLM). GLRLM digunakan untuk membedakan antara citra halus dan citra kasar (Purwandari, Hasibuan, and Andreswari 2018). Berbagai penelitian yang telah menggunakan metode GLRLM untuk melakukan ekstraksi fitur, seperti yang dilakukan oleh Novitasi dkk membandingkan antara GLCM, GLDM dan GLRLM, dalam mengklasifikasikan kanker payudara dengan menggunakan citra mamogram. Penelitian tersebut mendapatkan hasil terbaik pada ekstraksi fitur dengan menggunakan GLRLM menghasilkan akurasi sebesar 93.9757% (Rini Novitasari et al. 2019). Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Ding dkk juga membandingkan antara GLCM, GLDM dan GLRLM, dalam memprediksi *Abdominal Aortic Aneurysm*. Penelitian tersebut mendapatkan hasil terbaik pada ekstraksi fitur dengan menggunakan GLRLM dengan akurasi sebesar 87.23% (Ding et al. 2020).

Tahapan yang dilakukan setelah mendapatkan nilai dari fitur-fitur pada citra ialah klasifikasi. Salah satu metode klasifikasi yang banyak digunakan adalah *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM). KELM merupakan pengembangan dari metode *Extreme Learning Machine* (ELM), yang memiliki keunggulan dalam waktu komputasi yang lebih cepat (Xiao et al. 2021). Selain itu, metode KELM dapat digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit yang memiliki kelas lebih dari dua. Keunggulan dari KELM dapat dibuktikan dari adanya beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan KELM sebagai metode klasifikasi dengan hasil akurasi yang didapatkan cukup baik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Winangun dkk yang menggunakan metode KELM dalam mengklasifikasikan kelainan paru-paru. Pada penelitian mendapatkan hasil terbaik pada kernel linier dengan nilai akurasi sebesar 96.97% (Winangun, Widyantra, and Hartati 2020). Selain itu, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Khan dk dalam menganalisis gaya berjalan manusia untuk prediksi *Osteoarthritis*, dimana pada penelitian tersebut membandingkan beberapa metode yaitu KELM, ELM, *Fine Tree*, *Naive Bayes*, MSVM, dan *Ensemble Baggage Tree*. Hasil terbaik yang didapatkan pada penelitian tersebut yaitu dengan menggunakan metode KELM dengan akurasi terbaik sebesar 96.90% (Khan et al. 2021).

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang di atas dan juga beberapa penelitian

terdahulu, maka penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kanker payudara dengan menggunakan ekstraksi fitur GLRLM dan *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM) ke dalam tiga kelas yaitu *benign*, *malignant*, dan juga normal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil ekstraksi fitur pada citra ultrasound kanker payudara dengan menggunakan metode Gray Level Run Length Matrix (GLRLM)?
2. Bagaimana hasil klasifikasi pada citra ultrasound menggunakan Kernel Extreme Learning Machine (KELM)?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui hasil ekstraksi fitur pada citra ultrasound kanker payudara dengan menggunakan metode GLRLM.
2. Menerapkan metode KELM dalam mengklasifikasikan kanker payudara dan menganalisis hasil klasifikasi kanker payudara berdasarkan citra ultrasound.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi berbagai lapisan masyarakat adalah sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai klasifikasi kanker payudara dengan menggabungkan metode GLRLM dengan KELM bagi dunia kesehatan dan ilmu matematika.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi penulis

Manfaat penelitian ini bagi penulis yaitu dapat digunakan sebagai wawasan baru serta dapat mengamalkannya.

b. Bagi ahli medis

Manfaat penelitian ini bagi dunia medis yaitu dapat memberikan alternatif baru dalam pengklasifikasian kanker payudara dengan lebih mudah dan cepat serta hasil yang didapatkan lebih akurat. Selain itu, penelitian ini dapat membantu memberikan penanganan dini kepada penderita kanker payudara, sehingga dapat menekan angka kematian penyebab kanker payudara

c. Bagi masyarakat

Manfaat penelitian ini bagi masyarakat yaitu untuk memberikan edukasi kepada masyarakat umum mengenai bahaya kanker payudara.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini diberikan batasan masalah karena ruang lingkup permasalahan yang begitu luas, diantaranya yaitu :

1. Data yang digunakan ialah data citra ultrasound kanker payudara yang terdiri dari tiga kelas normal, benign, dan malignant.
2. Pada ekstraksi fitur dengan menggunakan GLRLM dilakukan uji coba pada 4 sudut yaitu 0° , 45° , 90° , 135° .
3. Pada klasifikasi menggunakan KELM dilakukan uji coba dengan 4 kernel yaitu polynomial, linier, wavelet, dan RBF.
4. Pada penelitian ini juga dilakukan uji coba nilai koefisien regulasi (c) yaitu 0.1, 1, 10, 100, dan 100.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini dari penelitian ini dapat dipersingkat pada sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Memaparkan mengenai latar belakang masalah pada penelitian ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Memaparkan mengenai teori-teori yang berpedoman pada jurnal-jurnal serta buku-buku yang dapat mendukung penelitian ini.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Memaparkan mengenai cara memperoleh data, dan alur penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan rumusan masalah.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan, menjelaskan setiap tahapan yang dilakukan, serta menganalisis hasil yang telah diperoleh.

5. BAB 5 PENUTUP

Memaparkan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini, serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kanker

Penyakit kanker ini sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan seorang dokter yunani Hippocrates (460 – 370 SM) yang dikenal sebagai bapak kedokteran melakukan pengamatan terhadap pembuluh darah yang panjang dan melebar menyebar di semua sisi dari tumor yang muncul seperti tungkai kepiting atau udang karang yang keluar dari tubuhnya. Oleh karena itu, lahirlah istilah “kankinoma” yang berarti kepiting atau udang karang. Namun, pada saat ini lebih dikenal dengan istilah “kanker” (Chanu and Singh 2022).

Kanker merupakan penyakit yang disebabkan suatu sel yang tidak normal tumbuh dan berkembang secara terus-menerus dalam tubuh manusia (Preethi, Lakshmanan, and Sekar 2021). Sel tersebut dapat merusak jaringan sel normal lainnya secara cepat, namun penyakit tersebut bukanlah penyakit menular. Apabila sel kanker tersebut membentuk jaringan massa kanker, maka dapat disebut tumor (Wang, Lei, and Han 2018). Tumor memiliki dua macam yaitu *benign* atau jinak dan juga *malignant* atau ganas. *Benign* tidak bersifat kanker, namun *malignant* bersifat kanker yang dapat menyebar ke seluruh jaringan tubuh (Zhang et al. 2022).

Sel kanker tersebut bisa menyerang siapa saja tanpa memandang usia, maupun jenis kelamin. Pertumbuhan dan perkembangan sel kanker dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kebiasaan hidup, penggunaan rokok dan narkoba, diet yang salah, aktivitas fisik, lingkungan kerja yang kurang sehat, dan juga radiasi matahari (Balwan and Kour 2021). Terdapat beragam cara yang dapat dilakukan untuk mendeteksi sel kanker, seperti cek darah (Syaputra and Suci 2021), *Computed Tomography* (CT), *Endoscopy*, *Magnetic Resonance Image* (MRI), *Biopsy*, *mamogram*, dan *ultrasound*.

2.2. Kanker payudara

Kanker payudara merupakan salah satu penyakit yang disebabkan karena adanya tumor ganas yang asalnya dari kelenjar dan lapisan pendukung kulit payudara. Sel kanker tersebut menyebar melalui darah hingga ke seluruh jaringan tubuh (Feng et al. 2018). Kanker

payudara dapat menyerang siapa saja, baik laki-laki maupun perempuan (Chen et al. 2020). Namun, pada umumnya kanker payudara banyak diderita oleh para perempuan. Seiring dengan bertambahnya usia, perempuan rentan terserang kanker payudara (Hendrick, Baker, and Helvie 2019).

Terdapat berbagai cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya kanker payudara seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) (Sheth and Giger 2020), *Mammographic Image Analysis Society* (MIAS) (Sathiyabhama et al. 2021), *Positron Emission Tomography* (PET) scan dan *Ultrasonography* (USG) (Yuan et al. 2020). *Ultrasonography* atau *ultrasound image* merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk mendeteksi adanya kanker payudara. Hal tersebut dikarenakan *ultrasound image* dapat memberikan informasi yang cukup baik dan juga tangkapan yang diberikan lebih menyeluruh. Cara kerja *Ultrasonography* (USG) yaitu dengan memancarkan gelombang *ultrasound* dalam transducer menggunakan bantuan media perantara gel. Selanjutnya, gelombang *ultrasound* tersebut dipantulkan hingga berbentuk gambar (Bhargava 2020).

2.3. Citra digital

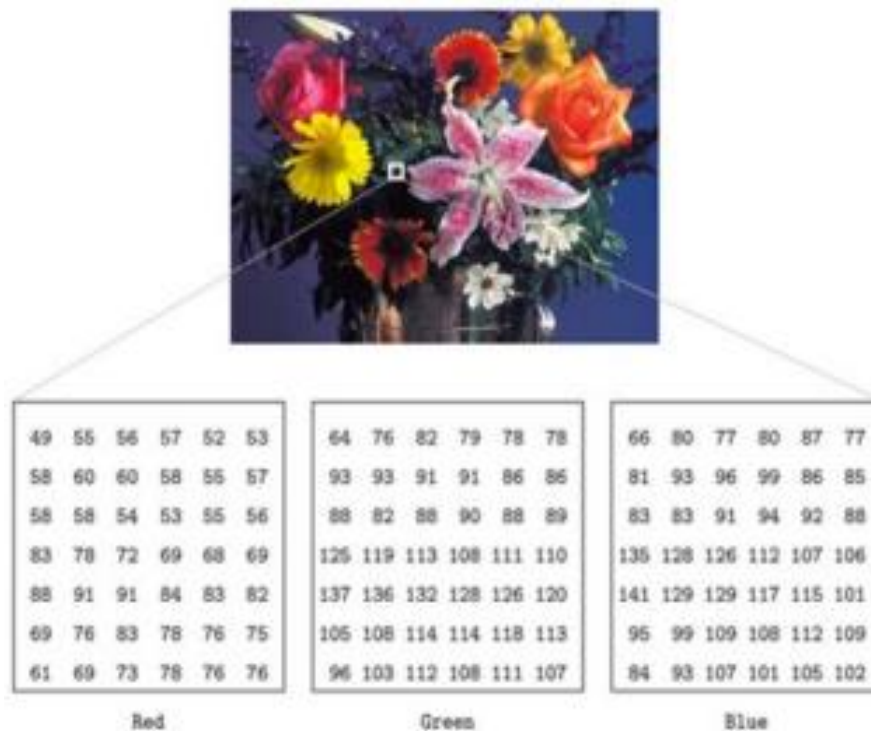
Citra digital merupakan representasi visual untuk objek dua dimensi (Maria et al. 2018). Selain itu, citra digital merupakan sebuah *array* yang isinya nilai-nilai *kompleks* maupun *real* yang disajikan dalam deret bilangan tertentu (Arab, Rostami, and Ghavami 2019). Hasil pembentukan sampling dari citra digital yaitu sebuah matriks dengan M baris dan N kolom. Perpotongan antara baris dan kolom dalam citra digital disebut piksel. Dalam piksel terdapat dua parameter yaitu koordinat dan intensitas (Wilianti and Agoes 2019). Koordinat pada titik (x, y) adalah $f(x, y)$ yang merupakan intensitas dari piksel di titik tersebut. Jika nilai x , y dan amplitudo f berhingga serta nilainya diskrit maka citra tersebut dikatakan citra digital (Sari 2020). Citra digital dapat dituliskan dengan bentuk matriks seperti pada persamaan (2.1).

$$f(x) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,M-1) \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad 2.1$$

2.3.1. Citra Warna

Citra warna lebih sering disebut dengan citra RGB (*red, green, blue*) karena warna

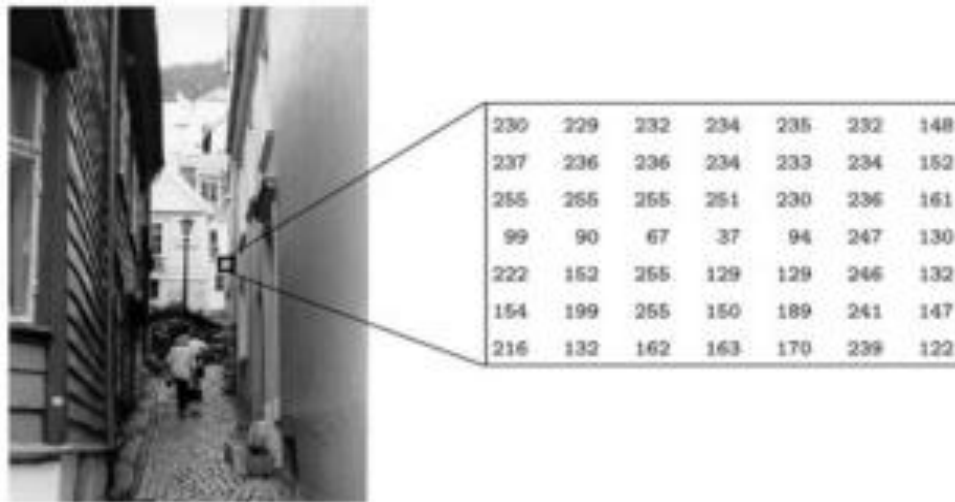
dasar dari citra tersebut adalah merah, hijau, biru dan warna-warna lain merupakan hasil dari perpaduan ketiga warna dasar tersebut (Taufiq, Amila, and Rihatul 2021). Format file grafis pada masing masing komponen warna pada citra RGB yaitu 8 bit, jadi total keseluruhannya yaitu 24 bit. Oleh karena itu, citra warna memiliki kemungkinan warna sebanyak 24 juta warna (Setiawan 2019). Gambar 2.1 Menunjukkan contoh citra warna beserta dengan pikselnya.



Gambar 2. 1 Citra Warna Beserta Pikselnya

2.3.2. Citra grayscale

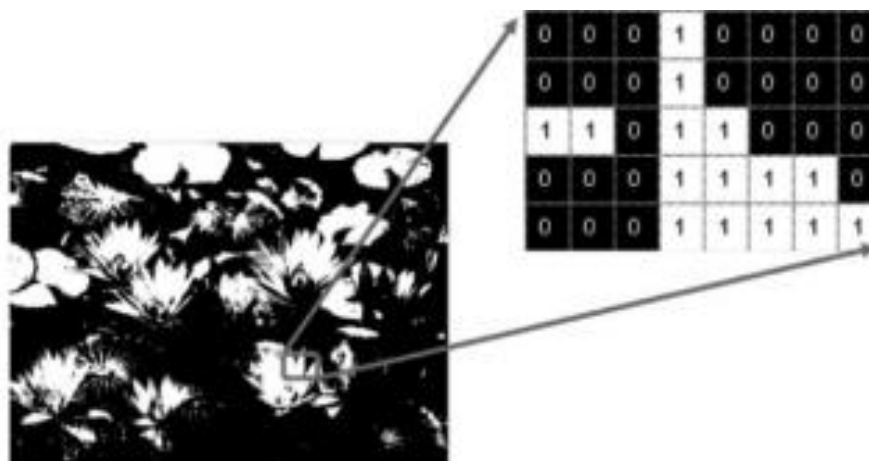
Citra *grayscale* lebih sering dikenal dengan citra skala keabuan merupakan citra yang memiliki kemungkinan warna hitam lebih sedikit dan warna putih lebih banyak (Taufiq et al. 2021). Banyak kemungkinan nilai maksimal dan minimal citra grayscale bergantung pada jumlah bitnya. Jika suatu citra nilainya 8 bit berarti citra tersebut terdapat 28 atau 255 level *grayscale*nya (Andono, et. al, 2017). Level dari grayscale biasanya dari 0 sampai dengan 255, dimana 0 menunjukkan warna dengan intensitas tergelap dan 255 menunjukkan warna dengan intensitas paling terang (maria, et. al, 2018). Secara digital citra grayscale dapat digambarkan dalam array dua dimensi, dimana tiap elemen *array* level dari grayscale dari gambar pada posisi koordinat yang bersesuaian (maria, et. al, 2018). Contoh dari citra *greyscale* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Gambar Citra Grayscale Beserta Pikselnya

2.3.3. Citra biner

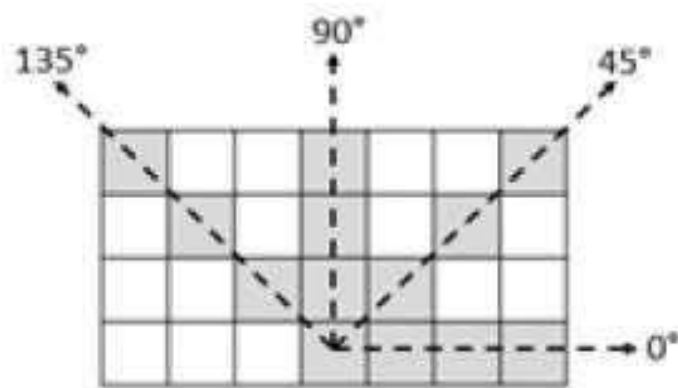
Pengelolaan citra digital merupakan teknologi yang digunakan untuk menggali suatu informasi dalam citra dan melakukan proses citra melalui berbagai algoritma matematika. Pengolahan citra digital ini telah banyak dipakai dalam berbagai bidang seperti teknik, ilmu komputer, *biology science*, *medical science*, dan lain-lain (Lan et al. 2020). Ada beberapa macam citra yang biasanya digunakan dalam pengolahan citra digital. Berikut jenis-jenis citra digital dibedakan berdasarkan tingkat warnanya. Citra biner sering disebut sebagai citra B&W atau citra monokrom karena hasil citra ini hanya memiliki dua kemungkinan hasil yaitu hitam atau putih (Hamzidah and Parenreng 2020). Biasanya warna hitam nilai pikselnya yaitu 0 sedangkan warna putih nilai pikselnya yaitu 1. Citra biner banyak digunakan dalam pengolahan *segmentasi*, *morfologi*, *dithering* ataupun *pengembangan*. Contoh citra biner ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Gambar Citra Biner Beserta Pikselnya

2.4. GLRLM

Metode GLRLM pertama kali dikenalkan oleh Galloway pada tahun 1975. GLRLM merupakan metode ekstraksi tekstur pada suatu citra yang dapat membedakan citra halus dan kasar dengan cara yang lebih mudah (Faustina et al. 2019). Metode ini menghasilkan matriks dengan fitur 2D, dimana setiap elemennya memberikan total tingkat keabuan pada arah yang diberikan (Öztürk and Akdemir 2018). Orientasi arah sudut pencarian piksel pada metode ini yaitu sudut 0° , 45° , 90° , 135° seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Sudut GLRLM

Berdasarkan beberapa penelitian, GLRLM terdiri dari beberapa fitur. GLRLM memiliki jumlah fitur sebanyak 11 fitur yang diperoleh dari gabungan dari tiga penelitian yaitu Galloway, Chu, dan Dasarathy. Galloway mengatakan bahwa GLRLM terdiri dari lima fitur yaitu *Short Run Emphasis* (SRE), *Run Length Nonuniformity* (RLN), *Long Run Emphasis* (LRE), *Run Percentage* (RP), dan *Gray Level Nonuniformity* (GLN) (Durgamahanthi, Anita Christaline, and Shirly Edward 2021). Chu mengatakan bahwa GLRLM terdiri dari dua fitur yaitu *Low Gray-level Run Emphasis* (LGRE) dan *High Gray-level Run Emphasis* (Vaishali et al. 2020). Sedangkan, Dasarathy mengatakan bahwa GLRM terdiri dari empat fitur yaitu *Short Run High Gray-level Emphasis* (SRHGE), *Short Run Low Gray-level Emphasis* (SRLGE), *Long Run Low Gray-level Emphasis* (LRLGE), *Long Run High Gray-level Emphasis* (LRHGE).

2.4.1. Short Run Emphasis (SRE)

Short Run Emphasis (SRE) digunakan untuk mengukur distribusi dari *short run*. SRE sangat bergantung pada banyaknya *short run* dan menunjukkan jika nilai SRE semakin kecil maka semakin kasar tekstur dari suatu citra. Rumus yang digunakan dalam perhitungan SRE ditunjukkan pada persamaan 2.2.

$$SRE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \frac{P(x, y)}{y^2} \quad 2.2$$

2.4.2. Long Run Emphasis (LRE)

Gray Level Non-uniformity (GLN) menunjukkan kesamaan nilai piksel pada seluruh citra. Nilai GLN semakin kecil jika tingkat keabuan pada seluruh citra bernilai sama. Rumus yang digunakan dalam perhitungan GLN ditunjukkan pada persamaan 2.3.

$$GLN = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \left(\sum_{y=1}^N P(x, y) \right)^2 \quad 2.3$$

2.4.3. Gray Level Nonuniformity (GLN)

Gray Level Non-uniformity (GLN) menunjukkan kesamaan nilai piksel pada seluruh citra. Nilai GLN semakin kecil jika tingkat keabuan pada seluruh citra bernilai sama. Rumus yang digunakan dalam perhitungan GLN ditunjukkan pada persamaan 2.4.

$$GLN = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \left(\sum_{y=1}^N P(x, y) \right)^2 \quad 2.4$$

2.4.4. Run Length Nonuniformity (RLN)

Run Length Non-uniformity (RLN) menunjukkan kesamaan panjang lintasan pada seluruh citra. Jika nilai run length pada seluruh citra sama maka akan semakin kecil nilai RLN. Rumus yang digunakan dalam perhitungan RLN ditunjukkan pada persamaan 2.5.

$$RLN = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \left(\sum_{y=1}^N P(x, y) y \right) \quad 2.5$$

2.4.5. Run Percentage (RP)

Run Length Non-uniformity (RLN) menunjukkan kesamaan panjang lintasan pada seluruh citra. Jika nilai run length pada seluruh citra sama maka akan semakin kecil nilai RLN. Rumus yang digunakan dalam perhitungan RLN ditunjukkan pada persamaan 2.6.

$$RP = \frac{r}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N y P(x, y)} \quad 2.6$$

2.4.6. Low Gray-level Run Emphasis (LGRE)

Low Gray Level Run Emphasis (LGRE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari nilai tingkat keabuan yang rendah. Rumus yang digunakan dalam perhitungan LGRE ditunjukkan pada persamaan 2.7.

$$LGRE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \frac{P(x, y)}{x^2} \quad 2.7$$

2.4.7. High Gray-level Run Emphasis (HGRE)

High Gray Level Run Emphasis (HGRE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari nilai tingkat keabuan yang tinggi. Rumus yang digunakan dalam perhitungan HGRE ditunjukkan pada persamaan 2.8.

$$HGRE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N x^2 P(x, y) \quad 2.8$$

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

Short Run Low Gray Level Emphasies (SRLGE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari *short run* dan nilai tingkat keabuan yang rendah. Rumus yang digunakan dalam perhitungan HGRE ditunjukkan pada persamaan 2.9.

$$SRLGE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \frac{P(x, y)}{x^2 y^2} \quad 2.9$$

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

Short Run High Gray Level Emphasies (SRHGE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari *short run* dan nilai tingkat keabuan yang tinggi. Rumus yang digunakan dalam perhitungan HGRE ditunjukkan pada persamaan 2.10.

$$SRHGE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \frac{P(x, y) x^2}{y^2} \quad 2.10$$

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

Long Run Low Gray Level Emphasies (LRLGE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari *long run* dan nilai tingkat keabuan yang rendah. Rumus yang digunakan dalam perhitungan HGRE ditunjukkan pada persamaan 2.11.

$$LRLGE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \frac{P(x, y) y^2}{x^2} \quad 2.11$$

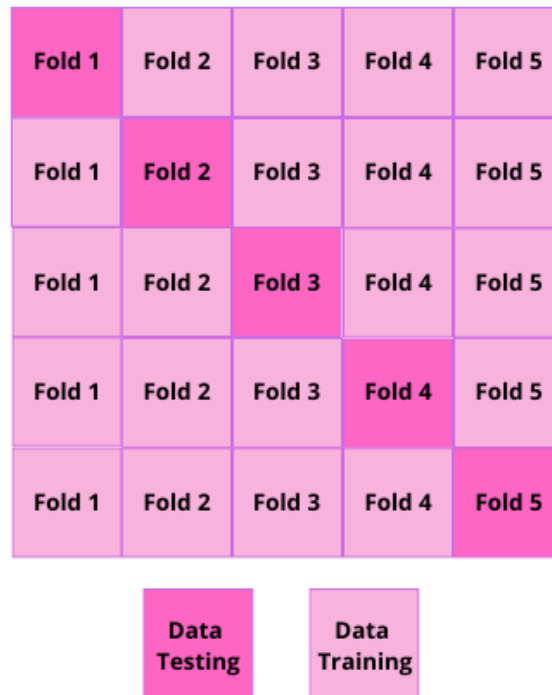
2.4.11. Long Run High Gray-level Emphasis (LRHGE)

Long Run High Gray Level Emphasies (LRHGE) ini menunjukkan nilai distribusi relatif dari *long run* dan nilai tingkat keabuan yang tinggi. Rumus yang digunakan dalam perhitungan HGRE ditunjukkan pada persamaan 2.12.

$$LRHGE = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N P(x, y) x^2 y^2 \quad 2.12$$

2.5. K-Fold Cross Validation

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari suatu model ialah *K-Fold Cross Validation*. *K-Fold Cross Validation* sering kali digunakan karena secara umum metode ini menghasilkan model yang tidak bias (Widyaningsih, Arum, and Prawira 2021). Pada proses *K-Fold Cross Validation* data akan dibagi menjadi dua bagian yaitu data *training* dan juga data *testing*. Data *training* digunakan untuk melatih model agar dapat mempelajari pola data. Sedangkan, data *testing* digunakan untuk memvalidasi hasil dari data *training* (Fuadah et al. 2022). Pembagian data dalam *K-Fold Cross Validation* dilakukan sebanyak jumlah k yang dikehendaki, lalu dibagi dengan jumlah setiap lapisnya yang sama. Nilai k yang terbaik bisa didapatkan dengan melakukan uji coba k (Arisandi, Warsito, and Hakim 2022). Proses pembagian data dengan menggunakan *5-fold cross validation* ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 K-Fold Cross Validation

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembagian data menggunakan metode *K-Fold Cross Validation* adalah sebagai berikut (Mardiana, Kusnandar, and Satyahadewi 2022):

1. Menetapkan jumlah k yang dikehendaki.
2. Membagi data sebanyak k bagian yang sama besar.
Untuk nilai k sendiri tidak ada ketentuan yang digunakan, namun disarankan tidak terlalu besar dan tidak juga terlalu kecil. Biasanya nilai k yang digunakan yaitu $k=10$.
3. Melakukan uji coba *training* dan juga *testing* sebanyak jumlah k .
4. Menghitung rata-rata hasil evaluasi *K-fold cross validation*.

2.6. Kernel Extreme Learning Machine (KELM)

KELM merupakan suatu metode *Extreme Learning Machine* (ELM) yang dikembangkan dengan menambahkan fungsi kernel dimana jumlah layer pada metode ini sama dengan metode ELM. ELM merupakan jaringan *single hidden fast forward neural network*. Hal tersebut dikarenakan bobot input dan bias dibangun secara acak

dan total dari *hidden neurons* pada *hidden layer* telah dilakukan inisialisasi diawal. Formula keluaran dari ELM seperti pada persamaan 2.13.

$$f_x = \sum_{i=1}^L B_i h_i(x) = h(x)B \quad 2.13$$

$B = [B_1, \dots, B_L]^{tp}$ merupakan vektor bobot dari hasil keluaran antara *hidden layer* dari L *hidden neurons* dengan *output*. $h(x) = [h_1(x), \dots, h_L(x)]$ adalah vektor keluaran (baris) dari *hidden layer* terhadap *input* dari x .

Metode ELM membutuhkan fungsi aktivasi yang digunakan untuk mencari nilai output dari hidden layer yang dinyatakan dalam $G(w, b, x)$. berbagai macam fungsi aktivasi yang biasanya digunakan serta formulanya dicantumkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Fungsi Aktivasi

Fungsi Aktivasi	Rumus
Sigmoid	$G(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$
Linear	$G(x) = x$
Sin	$G(x) = \sin(x)$
Radian Bebas	$G(x) = e(-x^2)$

Berdasarkan fungsi aktivasi $G(w, b, x)$ pada model ELM dapat dituliskan secara matematis seperti pada Persamaan 2.14.

$$H B = T \quad 2.14$$

dimana H bisa dicari dengan menggunakna persamaan 2.15.

$$H_{N \times L} = \begin{bmatrix} G(w_1 \cdot x_1 + b_1) & G(w_2 \cdot x_1 + b_2) & \cdots & G(w_L \cdot x_1 + b_L) \\ G(w_1 \cdot x_2 + b_1) & G(w_2 \cdot x_2 + b_2) & \cdots & G(w_L \cdot x_2 + b_L) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G(w_1 \cdot x_N + b_1) & G(w_2 \cdot x_N + b_2) & \cdots & G(w_L \cdot x_N + b_L) \end{bmatrix} \quad 2.15$$

$$B_{L \times m} = \begin{bmatrix} B_1^{tp} \\ \vdots \\ B_N^{tp} \end{bmatrix} T_{N \times m} = \begin{bmatrix} t_1^{tp} \\ \vdots \\ t_N^{tp} \end{bmatrix} \quad 2.16$$

Berdasarkan persamaan 2.14 dapat memperoleh nilai dari $B = H^{-1}T$. Sedangkan, nilai dari B didapatkan dari persamaan 2.17.

$$B = H^{tp}\alpha \quad 2.17$$

dengan α merupakan nilai *lagrangian*.

Substitusikan persamaan 2.17 ke dalam persamamaan 2.14 untuk mendaotkan nilai α .

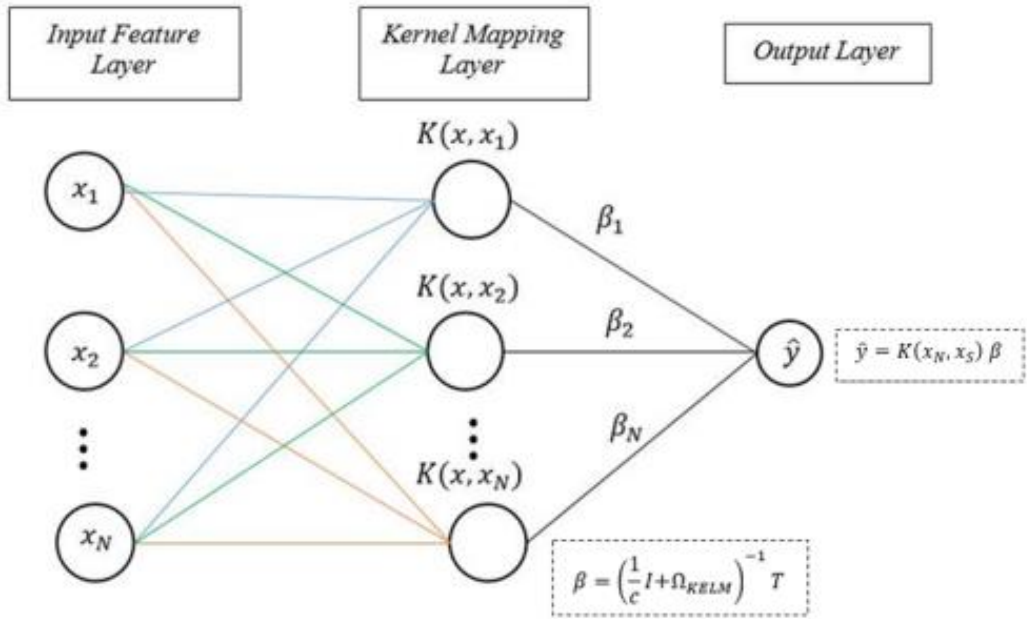
$$\begin{aligned} T &= HB \\ T &= H(H^{tp}\alpha) \\ T &= (HH^{tp})\alpha \\ (HH^{tp})^{-1}T &= (HH^{tp})^{-1}\alpha \\ (HH^{tp})^{-1}T &= I\alpha \\ (HH^{tp})^{-1}T &= \alpha \end{aligned}$$

Mensubtitusikan nilai α yang telah di dapatkan ke dalam persamaan 2.17 untuk memperoleh nilai B .

$$\begin{aligned} B &= H^{tp}\alpha \\ B &= H^{tp}(HH^{tp})^{-1}T \\ B &= H^+T \end{aligned} \quad 2.18$$

dimana $H^+ = H^{tp}(HH^{tp})^{-1}$. H^+ merupakan hasil invers matriks *MoorePenrose* H .

Berdasarkan perkembangan waktu, metode ELM terus mengalami perkembangan. Salah satunya yatu dengan menambahkan fungsi kernel atau biasa disebut dengan *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM). Ide pengembangan metode ini dari metode *Support Vector Machine* (SVM), dimana pada SVM memanfaatkan adanya fungsi kernel utuk menaikkan dimensi data hingga data dapat terpisah secara maksimal (Utami 2022). Pada metode ini, pemetaan fitur pada *hidden layer* serta pemilihan *hidden neuron* tidak diperlukan, sebab fungsi kernel merupakan kunci utama dari metode ini. Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan metode SVM, diperoleh hasil yang sangat baik jika terdapat fungsi kernel. Arsitektur dari KELM ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. 6 Arsitektur KELM

Metode KELM dirancang dengan tujuan untuk memperbaiki kelemahan yang ada pada metode ELM. Metode ELM dianggap kurang stabil dikarenakan rumus pada matriks $H^+ = H^{tp}(HH^{tp})^{-1}$. Sedangkan, dalam KELM formula yang digunakan untuk mencari nilai dari bobot dirubah seperti tercantum pada persamaan 2.19.

$$\beta = H^{tp} \left(\frac{1}{c} I + HH^{tp} \right)^{-1} T \quad 2.19$$

c ialah nilai regulasi, I matriks identitas dari HH^{tp} . Pada formula 2.19 terdapat penambahan $\frac{1}{c}I$, dimana penambahan tersebut bertujuan untuk mengatasi permasalahan apabila HH^{tp} tersebut singular. Selain itu, pada KELM nilai dari matriks HH^{tp} dirubah dengan perhitungan matriks kernel. Formula keluaran ELM berbasis matriks tercantum pada persamaan 2.20.

$$\hat{y} = \begin{bmatrix} K(x, x_1) \\ \vdots \\ K(x, x_N) \end{bmatrix} \quad 2.20$$

Dengan

$$\beta = \left(\frac{1}{c} I + \Omega \right)^{-1} T \quad 2.21$$

2.6.1. Tahapan *Training* KELM

Tahapan *training* KELM memiliki tujuan untuk memperoleh model yang akan digunakan dalam proses *testing*. Pada tahapan ini akan mendapatkan nilai dari *output weight* (β). Langkah-langkah dalam melakukan *training* pada KELM adalah sebagai berikut:

1. *Input data training*.
2. Inisialisasi jenis kernel seperti yang tercantum pada Tabel 2.1. Selain itu, melakukan inisialisasi untuk nilai regulasi (c) dan nilai dari parameter kernel (σ, d).
3. Menghitung fungsi kernel yang telah diinisialisasikan di awal, dimana nilai dari fungsi kernel tersebut akan dipergunakan untuk membentuk matrik omega.
4. Melakukan pembentukan matriks omega pada data *training* (Ω_{KELM}). Formula dari matriks omega seperti pada persamaan 2.21.

$$(\Omega_{\text{KELM}}) = \begin{bmatrix} K(x_1, x_1) & K(x_1, x_2) & \cdots & K(x_1, x_N) \\ K(x_2, x_1) & K(x_2, x_2) & \cdots & K(x_2, x_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K(x_N, x_1) & K(x_N, x_2) & \cdots & K(x_N, x_N) \end{bmatrix} \quad 2.22$$

dimana $K(x_i, x_j)$ merupakan fungsi kernel dari pasangan data ke-i dan data ke-j, dan N merupakan banyaknya data *training*. Dapat dilihat bahwa persamaan 2.22 merupakan matriks persegi yang ordonya $N \times N$.

5. Mencari nilai dari *output weight* (β) dengan menggunakan formula pada persamaan 2.21. Nilai yang telah didapatkan akan membentuk matriks dengan jumlah ordonya sama dengan jumlah ordo matriks target dari data *training*.

2.6.2. Tahapan *Testing* KELM

Pada tahapan testing KELM bertujuan untuk menerapkan model yang telah diperoleh pada tahapan *training*. Parameter yang digunakan pada tahapan ini yaitu nilai dari *output weight* (β) yang telah didapatkan pada tahapan training. Langkah-langkah dalam melakukan *testing* pada KELM adalah sebagai berikut:

1. Mengambil nilai *output weight* (β) dari data training.
2. Melakukan perhitungan terhadap fungsi kernel pada data testing, dimana fungsi kernel tersebut sesuai dengan yang telah ditentukan di awal. Pada tahapan ini menggunakan data training dan juga data testing. Pada tahapan ini akan menghasilkan matriks seperti yang tercantum pada persamaan 2.23, dimana matriks $K(x_N, x_S)$ tersebut berordo $N \times S$. N merupakan jumlah dari banyaknya data *training* dan S merupakan jumlah banyaknya data *testing*.

$$K(x_N, x_S) = \begin{bmatrix} K(x_1, x_1) & K(x_1, x_2) & \cdots & K(x_1, x_N) \\ K(x_2, x_1) & K(x_2, x_2) & \cdots & K(x_2, x_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K(x_N, x_1) & K(x_N, x_2) & \cdots & K(x_N, x_N) \end{bmatrix} \quad 2.23$$

3. Melakukan perhitungan untuk nilai target dari output dengan menggunakan persamaan 2.20.

2.6.3. Kernel

Pada metode ini fungsi kernel dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *inner product* secara langsung pada suatu ruang fitur yang berdimensi tinggi tanpa melakukan fungsi pemetaan terlebih dahulu (Feta and Ginanjar 2019). Terdapat beberapa jenis kernel yang sering digunakan dalam metode KELM yaitu Kernel *Radial Basis Function* (RBF), Linear, Polynomial, dan Wavelet. Fungsi kernel tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Fungsi Kernel

Fungsi Kernel	Rumus
RBF	$K(x_i, x_j)_{RBF} = \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \ x_i, x_j\ ^2\right)$
Linear	$K(x_i, x_j)_{lin} = x_i, x_j^{tp}$
Polynomial	$K(x_i, x_j)_{pol} = (x_i^T \cdot x_j + 1)^n$
Wavelet	$K(x_i, x_j)_{wav} = \cos\left(\frac{1.675 \ x_i - x_j\ }{e}\right) \exp\left(-\frac{\ x_i - x_j\ ^2}{2e}\right)$

Pemilihan parameter kernel dan jenis kernel yang tepat sangatlah diperlukan. Hal tersebut dikarenakan belum ada ketentuan secara baku dalam penentuan parameter kernel dan juga jenis kernel. Pada suatu penelitian menyatakan bahwa apabila ingin memilih kernel seperti σ , maka bisa menggunakan nilai dari standar deviasi data (Ardhiyah 2019).

2.7. Confusion matrix

Confusion matrix merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengetahui hasil keakuratan data aktual dan data prediksi dalam melakukan klasifikasi (Luque et al. 2019). Dalam *confusion matrix* terdapat empat istilah yang digunakan untuk merepresentasikan hasil proses klasifikasi, diantaranya yaitu *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) (Hovi, Hadiana, and Umbara 2022). Tabel *confusion matrix* multi class akan ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Kelas Aktual	Classification Class		
	X	Y	Z
X	TP	FP	FP
Y	FP	TP	FP
Z	FP	FP	TP

Kelas Aktual	Kelas klasifikasi		
	X	Y	Z
X	TP	FN	FN
Y	FN	TP	FN
Z	FN	FN	TP

Kelas Aktual	Kelas klasifikasi		
	X	Y	Z
X	TN	TP	TN
Y	TP	TP	TP
Z	TN	TP	TN

Gambar 2. 7 Multi Class Confusion Matriks

1. *True Positive* (TP) merepresentasikan data yang bernilai positif pada data aktual dan data prediksi. Jika terdapat tiga kelas yaitu kelas X, kelas Y, dan kelas Z dalam

persoalan klasifikasi, maka nilai TP merupakan data kelas Y yang terprediksi benar pada kelas Y.

2. *True Negative* (TN) merepresentasikan data yang bernilai negatif pada data aktual dan data prediksi. Jika terdapat tiga kelas yaitu kelas X, kelas Y, dan kelas Z dalam persoalan klasifikasi, maka nilai TN merupakan data pada kelas X dan Z yang terprediksi benar pada kelas X dan Z.
3. *False Positive* (FP) merepresentasikan data yang bernilai positif pada data aktual dan bernilai negatif pada data prediksi. Jika terdapat tiga kelas yaitu kelas X, kelas Y, dan kelas Z dalam persoalan klasifikasi, maka nilai FP merupakan data pada kelas X dan Z yang terprediksi salah pada kelas Y.
4. *False Negative* (FN) merepresentasikan data yang bernilai negatif pada data aktual dan bernilai positif pada data prediksi. Jika terdapat tiga kelas yaitu kelas X, kelas Y, dan kelas Z dalam persoalan klasifikasi, maka nilai FN merupakan data pada kelas Y yang terprediksi salah pada kelas X dan Z.

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melihat keberhasilan dari sistem klasifikasi yang telah dibuat dengan mencari nilai akurasi, sensitivitas, dan spesitifisitas. Perhitungan nilai akurasi, spesitifisitas, dan sensitivitas adalah sebagai berikut:

1. Akurasi

Nilai akurasi merupakan suatu nilai yang digunakan untuk melihat keakuratan dan keefektifitasan dari sistem klasifikasi secara keseluruhan. Oleh karena itu, semakin besar nilai akurasi yang didapatkan, maka kinerja dari sistem akan semakin baik (Hadianto, Novitasari, and Rahmawati 2019). Perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai akurasi *multi class* adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP_{all}}{n_{all}} \times 100\% \quad 2.24$$

dimana,

TP_{all} = jumlah nilai dari *True Positive* dari seluruh kelas

n_{all} = jumlah semua data

2. Spesifisitas

Nilai spesifisitas merupakan hasil dari banyaknya data yang terklasifikasi benar pada kelas *negative*. Oleh karena itu, semakin besar nilai spesifisitas, maka semakin besar pula sistem klasifikasi dapat mengenali kelas negatif dengan baik (Sebatubun and Pujiarini 2018). Perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai spesifisitas *multi class* adalah sebagai berikut:

$$Spesifisitas = \frac{\sum \left(\frac{TN}{TN + FP} \right)}{n} \times 100\% \quad 2.25$$

dimana,

n = jumlah kelas

3. Sensitivitas

Nilai sensitivitas merupakan hasil dari banyaknya data yang terklasifikasi benar pada kelas positif. Oleh karena itu, semakin besar nilai sensitivitas, maka semakin besar sistem pula sistem klasifikasi dapat mengenali kelas positif dengan baik (CNJ and Hidayat 2021). Perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai sensitivitas *multi class* adalah sebagai berikut:

$$Sensitivitas = \frac{\sum \left(\frac{TP}{TP + FN} \right)}{n} \times 100\% \quad 2.26$$

dimana,

n = jumlah kelas

2.8. Integrasi keislaman

2.8.1. Penyakit dalam Islam

Dalam kehidupan pasti akan selalu ada cobaanya, salah satu cobaan yang diberikan oleh Allah kepada umatnya yakni dengan berupa penyakit. Allah memberi penyakit kepada hambanya bukan hanya untuk menguji namun Allah juga ingin umatnya lebih dekat dengan-Nya dan juga sebagai penggugur dosa. Hal tersebut tercantum dalam Al-quran Surat Al-Anam ayat 42 yang berbunyi :

وَلَقَدْ أَرْسَلْنَا إِلَىٰ أُمَمٍ مِّن قَبْلِكَ فَآخَذْنَاهُم بِالْبَأْسَاءِ وَالضَّرَّاءِ
لَعَلَّهُمْ يَتَضَرَّعُونَ

Artinya : “Dan sesungguhnya kami telah mengutus (para Rasul) kepada umat-umat sebelummu, kemudian Kami siksa mereka dengan (menimpakan) kesengsaraan dan kemelaratan, supaya mereka memohon (kepada Allah) dengan tunduk merendahkan diri.”

Maksud dari ayat tersebut yakni jika manusia diberikan ujian oleh Allah maka manusia akan selalu ingat kepada Allah dan akan selalu meminta pertolongan kepada Allah. Hal tersebut merupakan salah satu hikmah diberikannya ujian kepada manusia. Selain itu, hikmah diberikannya ujian berupa penyakit yakni sebagai penggugur dosa-dosa yang telah diperbuat oleh manusia baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Hal tersebut seperti yang dijelaskan dalam hadist yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari No. 5660 yang artinya “Tidaklah seorang muslim tertimpa suatu penyakit dan sejenisnya, melainkan Allah akan mengugurkan bersamanya dosa-dosanya seperti pohon yang mengugurkan daun-daunnya”.

Dalam setiap penyakit yang diturunkan oleh Allah pasti mempunyai penawar. Hal tersebut sebagaimana tertulis dalam hadis shahih yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari No. 5246 yang berbunyi:

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ الْمُثَنَّى حَدَّثَنَا أَبُو أَحْمَدَ الزَّيْتَرِيُّ حَدَّثَنَا عُمَرُ بْنُ سَعِيدٍ بْنُ أَبِي حُسَيْنٍ قَالَ
حَدَّثَنِي عَطَاءُ بْنُ أَبِي رَجَاحٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ مَا
أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Al Mutsanna telah menceritakan kepada kami Abu Ahmad Az Zubairi telah menceritakan kepada kami 'Umar bin Sa'id bin Abu Husain dia berkata; telah menceritakan kepadaku 'Atha' bin Abu Rabah dari Abu Hurairah radliallahu 'anhu dari Nabi shallallahu 'alaihi wasallam beliau bersabda: "Allah tidak akan menurunkan penyakit melainkan menurunkan obatnya juga."

2.8.2. Keharusan Bagi Orang yang Sakit

Allah telah memberikan jaminan kepada hambanya yang mau berusaha, dan berdoa. Oleh karena itu, Allah juga akan memberikan kesembuhan kepada orang yang sakit jika mereka mau berusaha untuk berobat karena setiap penyakit pasti ada obatnya. Hal tersebut seperti yang dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Ar-Ra'd ayat 11 yang berbunyi:

لَهُ مُعَقِّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُم مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ

Artinya: “Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia.”

Berdasarkan ayat diatas, dapat diketahui bahwa Allah SWT telah menjanjikan kesembuhan bagi orang yang sakit jika mereka mau berikhtiar dengan cara berusaha untuk mencari obatnya dan juga selalu berdo'a kepada Allah SWT agar diberi kesembuhan. Bentuk ikhtiar yang bisa dilakukan untuk mendapatkan kesembuhan dari penyakit kanker payudara yakni dengan cara melakukan diagnosa secara dini. Diagnosa secara dini dilakukan dengan tujuan agar dapat mendeteksi secara dini adanya sel kanker payudara dalam tubuh manusia. Selain itu, diagnosa dini juga berguna agar dapat memberikan perawatan dini secara cepat dan tepat untuk meningkatkan kemungkinan sembuh dan mengurangi peluang kematian.

Selain dengan berusaha dan berdo'a, anjuran Allah kepada orang yang sakit yakni dengan bersabar. Seperti yang dijelaskan dalam Surat Al-Baqarah ayat 155-157, yang berbunyi:

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ
وَالْأَنْفُسِ وَالْثَّمَرَاتِ ۖ وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٥﴾ الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ
مُّصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ ﴿١٥٦﴾ أُولَٰئِكَ عَلَيْهِمْ صَلَوَاتٌ
مِّن رَّبِّهِمْ وَرَحْمَةٌ ۖ وَأُولَٰئِكَ هُمُ الْمُتَّقُونَ ﴿١٥٧﴾

Artinya: "Dan sungguh akan Kami uji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang bersabar, Yaitu orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan: “Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un (Sesungguhnya kami milik Allah, dan kepadanya kami akan kembali). Mereka itulah yang memperoleh ampunan dan rahmat dari Tuhannya, dan mereka itulah orang-orang yang mendapat petunjuk.”

BAB III

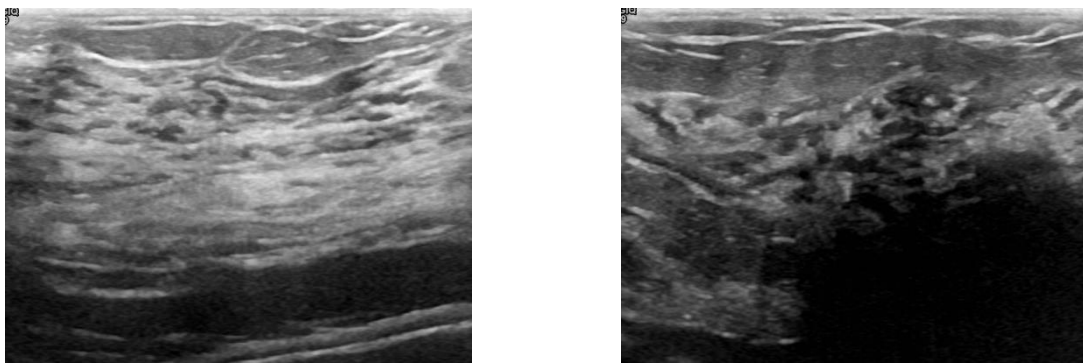
METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

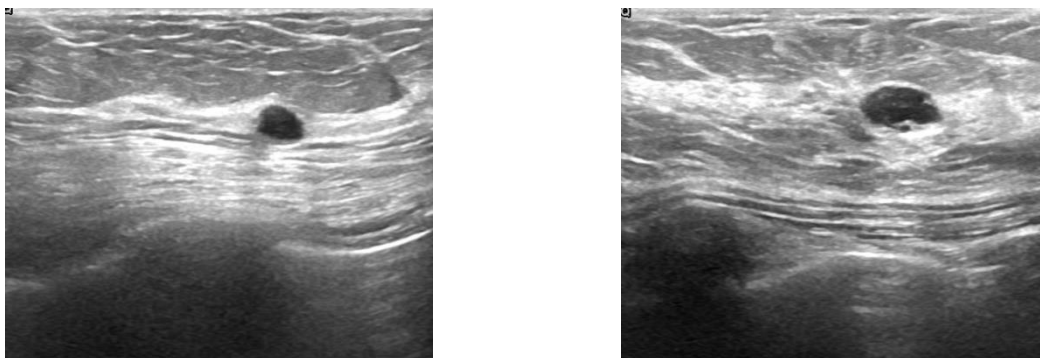
Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif dikarenakan data yang digunakan dalam mengklasifikasikan kanker payudara pada *ultrasound image* yang akan ditransformasikan menjadi data numerik berisi nilai-nilai piksel dari citra tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini nantinya terdapat perhitungan dan juga analisis hasil yang telah diperoleh.

3.2. Jenis dan Sumber Data

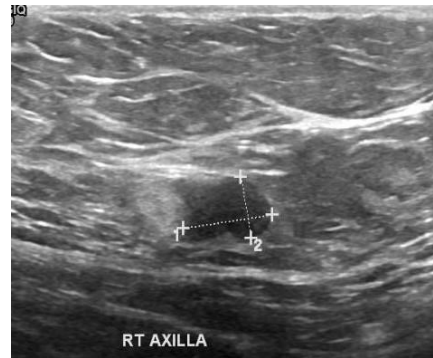
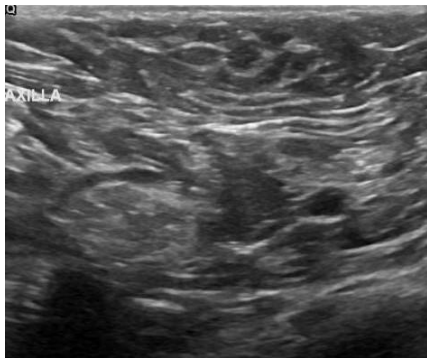
Pada penelitian ini menggunakan data ultrasound image yang berasal dari *Elsevier* (Guo et al. 2018). Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tiga kelas yaitu normal, *benign*, dan *malignant*. Dimana jumlah data dari kelas normal sebanyak 00 data, *benign* 00 data, dan *malignant* 00 data. Sampel dari data normal, *benign*, dan *malignant* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Sampel Normal



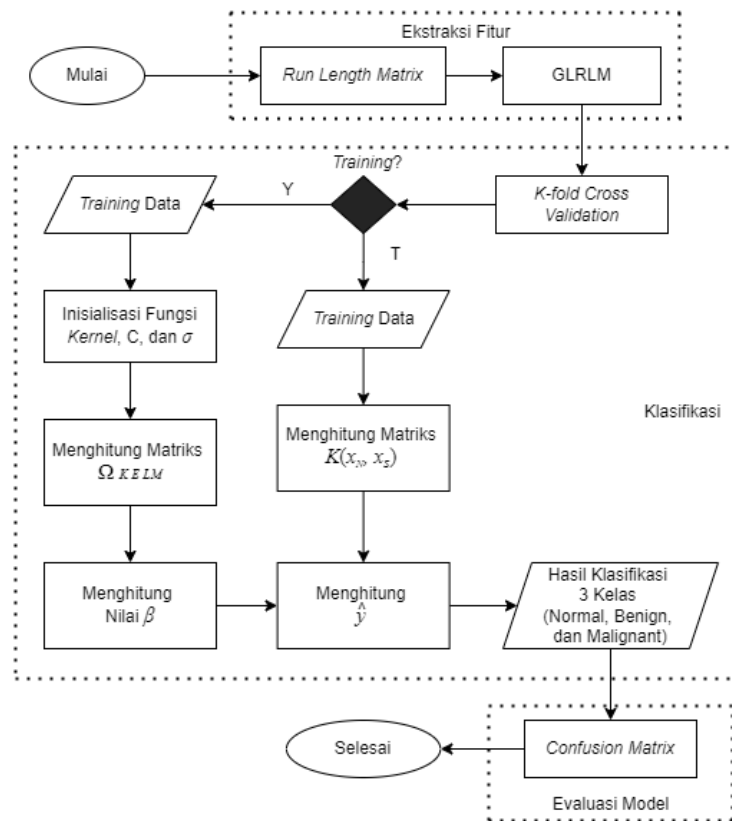
Gambar 3. 2 Sampel Benign



Gambar 3. 3 sampel Malignant

3.3 Kerangka Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan membaca *literature-literature* mengenai klasifikasi kanker payudara dan juga metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi kanker payudara. Setelah itu, dilanjutkan dengan mencari data *ultrasound image* kanker payudara yang akan dipakai pada penelitian ini. Data diperoleh dari jurnal *Elsevier* yang berisi data kanker payudara beserta disertai dengan kelasnya. Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan berbagai proses seperti ekstraksi fitur, training, testing, dan juga evaluasi. Secara lebih rinci langkah-langkah tersebut digambarkan dengan diagram alir seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar diagram alur diatas, langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini secara lebih jelas adalah sebagai berikut:

1. *Input Data*

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menginputkan data citra *ultrasound* payudara yang terdiri dari tiga kelas yaitu *normal*, *benign* dan *malignant*.

2. Ekstraksi Fitur

Langkah selanjutnya yaitu melakukan ekstraksi fitur dengan menggunakan GLRLM untuk mendapatkan fitur-fitur dari citra tersebut. Pada proses GLRLM menggunakan arah sudut $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ dan 135° dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai persamaan 2.12. Berdasarkan arah sudut tersebut dilakukan *trial error* pada proses klasifikasi untuk mengetahui sudut mana yang mendapatkan hasil terbaik.

3. Klasifikasi

- a. Pada proses klasifikasi yang pertama dimulai dengan membagi data menjadi data training dan juga data testing. Pembagian data dilakukan menggunakan k-fold cross validation dengan nilai $k = 10$.
- b. Proses klasifikasi yang kedua yakni dengan menggunakan KELM. Penelitian ini menggunakan *trial error* untuk arah sudut GLRLM, koefisien regulasi (c), dan juga fungsi kernel. Nilai dari koefisien regulasi (c) yang digunakan yakni 0.1, 1, 10, 100, dan 1000. Sedangkan, kernel yang digunakan yakni kernel Linear, Polynomial, RBF, dan Wavelet.
- c. Langkah selanjutnya itu masuk dalam proses *training*, dimana dalam proses *training* ini terdapat beberapa tahapan yakni:
 - i. *Input data training*.
 - ii. Melakukan inisialisasi jenis kernel seperti yang tercantum pada Tabel 00. Selain itu, juga melakukan inisialisasi untuk koefisien regulasi (c), dan juga parameter kernel (σ, d) yang didapatkan dari hasil hitungan standar deviasi dalam proses *training*.
 - iii. Melakukan perhitungan fungsi kernel menggunakan persamaan yang tercantum pada Tabel 2.2.
 - iv. Melakukan pembentukan matriks omega pada data *training* Ω_{KELM} dengan menggunakan persamaan 2.22.
 - v. Mencari *output weight* (β) menggunakan persamaan 2.21.
- d. Langkah selanjutnya itu masuk dalam proses *testing*, dimana dalam proses *testing* ini terdapat beberapa tahapan yakni:
 - i. *Input data testing*.
 - ii. Mengambil nilai *output weight* (β) yang telah diperoleh pada tahapan *training*.
 - iii. Membentuk nilai $K(x_N, x_S)$ menggunakan persamaan 2.23.
 - iv. Melakukan perhitungan untuk nilai target *output* menggunakan persamaan 2.20.

4. Evaluasi Model

Pada penelitian ini evaluasi model yang digunakan yaitu *confusion matrix*. Setelah mendapatkan nilai dari *confusion matrix* selanjutnya dapat menghitung nilai akurasi spesitifitas dan juga sensitifitas dengan persamaan 2.4, 2.5, dan 2.6.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, Andi Michelle Besse, Ismet Muchtar, and Meta Maulida. 2020. "Karakteristik Penderita Kanker Payudara Berdasarkan Usia, Status Pernikahan, Riwayat Keluarga, Penggunaan KB Hormonal Dan Gambaran Histopatologi Di RS Al-Ihsan Pada Tahun 2019." *Prosiding Pendidikan Dokter* 537–41.
- Arab, Alireza, Mohammad Javad Rostami, and Behnam Ghavami. 2019. "An Image Encryption Method Based on Chaos System and AES Algorithm." *The Journal of Supercomputing* 75(10):6663–82.
- Ardhiyah, Nurul. 2019. "Prediksi Awal Waktu Shalat Berdasarkan Titik Belok Kecerahan Langit Menggunakan Metode Support Vector Regression Dan Restricted Cubic Spline."
- Arisandi, Riza Rizqi Robbi, Budi Warsito, and Arief Rachman Hakim. 2022. "APLIKASI NAÏVE BAYES CLASSIFIER (NBC) PADA KLASIFIKASI STATUS GIZI BALITA STUNTING DENGAN PENGUJIAN K-FOLD CROSS VALIDATION." *Jurnal Gaussian* 11(1):130–39.
- Arwoko, Heru. 2022. "Klasifikasi Kanker Payudara Pada Citra Ultrasound Menggunakan Fitur Koefisien Discrete Cosine Transform (DCT)." *Prosiding HUBISINTEK* 2(1):451.
- Balwan, Wahied Khawar, and Sachdeep Kour. 2021. "Lifestyle Diseases: The Link between Modern Lifestyle and Threat to Public Health." *Saudi J Med Pharm Sci* 7(4):179–84.
- Becker, Anton S., Michael Mueller, Elina Stoffel, Magda Marcon, Soleen Ghafoor, and Andreas Boss. 2018. "Classification of Breast Cancer in Ultrasound Imaging Using a Generic Deep Learning Analysis Software: A Pilot Study." *The British Journal of Radiology* 91(XXXX):20170576.
- Bhargava, Satish K. 2020. *Principles and Practice of Pltrasonography*. Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Chanu, Machathoibi Takhellambam, and Asem Surindro Singh. 2022. "Cancer Disease and Its' Understanding from the Ancient Knowledge to the Modern Concept." *World Journal of Advanced Research and Reviews* 15(2):169–76.
- Chen, Zhilin, Lu Xu, Wenjie Shi, Fanyu Zeng, Rui Zhuo, Xinbao Hao, and Pingming Fan. 2020. "Trends of Female and Male Breast Cancer Incidence at The Global, Regional,

- and National Levels, 1990–2017.” *Breast Cancer Research and Treatment* 180(2):481–90.
- CNJ, Maxi Milian, and Muh Nursadid Hidayat. 2021. “Klasifikasi Suara Detak Jantung Sehat Menggunakan Model ANN-BP Multi Perceptron.” *Proceeding KONIK (Konferensi Nasional Ilmu Komputer)* 5:513–16.
- Ding, Ning, Yunxiu Hao, Zhiwei Wang, Xiao Xuan, Lingyan Kong, Huadan Xue, and Zhengyu Jin. 2020. “CT Texture Analysis Predicts Abdominal Aortic Aneurysm Post-Endovascular Aortic Aneurysm Repair Progression.” *Scientific Reports* 10(1):1–10.
- Durgamahanthi, Vaishali, J. Anita Christaline, and A. Shirly Edward. 2021. “GLCM and GLRLM Based Texture Analysis: Application to Brain Cancer Diagnosis Using Histopathology Images.” Pp. 691–706 in *Intelligent computing and applications*. Springer.
- Fatima, Noreen, Li Liu, Sha Hong, and Haroon Ahmed. 2020. “Prediction of Breast Cancer, Comparative Review of Machine Learning Techniques, and Their Analysis.” *IEEE Access* 8:150360–76.
- Faustina, Firda D. E. A., Program Studi Matematika, Fakultas Sains, D. A. N. Teknologi, Universitas Islam, and Negeri Sunan. 2019. *Identifikasi Pola Kerapuhan Tulang Berdasarkan Fitur Tekstur Citra Dental Panoramic Radiograph (Dpr) Menggunakan Gray Level Run Length Matrix (Glrlm) Dan Support Vector Machine (Svm)*.
- Feng, Yixiao, Mia Spezia, Shifeng Huang, Chengfu Yuan, Zongyue Zeng, Linghuan Zhang, Xiaojuan Ji, Wei Liu, Bo Huang, and Wenping Luo. 2018. “Breast Cancer Development and Progression: Risk Factors, Cancer Stem Cells, Signaling Pathways, Genomics, and Molecular Pathogenesis.” *Genes & Diseases* 5(2):77–106.
- Feta, Neneng Rachmalia, and Asep Rahmat Ginanjar. 2019. “Komparasi Fungsi Kernel Metode Support Vector Machine Untuk Pemodelan Klasifikasi Terhadap Penyakit Tanaman Kedelai.” *BRITech, Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Sains Dan Teknologi Terapan* 1(1):33–39.
- Fuadah, Yunendah N. U. R., Ibnu Dawan Ubaidullah, N. U. R. Ibrahim, Fauzi Frahma Taliningsing, Nidaan Khofiya Sy, and Muhammad Adnan Pramuditho. 2022. “Optimasi Convolutional Neural Network Dan K-Fold Cross Validation Pada Sistem Klasifikasi

- Glaukoma.” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 10(3):728.
- Guo, Rongrong, Guolan Lu, Binjie Qin, and Baowei Fei. 2018. “Ultrasound Imaging Technologies for Breast Cancer Detection and Management: A Review.” *Ultrasound in Medicine & Biology* 44(1):37–70.
- Hadianto, Nur, Hafifah Bella Novitasari, and Ami Rahmawati. 2019. “Klasifikasi Peminjaman Nasabah Bank Menggunakan Metode Neural Network.” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri* 15(2):163–70.
- Hafsah, Listyana. 2022. “Gambaran Tingkat Kecemasan Pada Pasien Kanker Yang Menjalani Kemoterapi Di Rsud Dr. M. Yunus Bengkulu.” *Jurnal Vokasi Keperawatan (JVK)* 5(1):21–28.
- Hakim, Lutfi, Sepyan Purnama Kristanto, Dianni Yusuf, and Fitri Nur Afia. 2022. “Pengenalan Motif Batik Banyuwangi Berdasarkan Fitur Grey Level Co-Occurrence Matrix.” *Jurnal Teknoinfo* 16(1):1. doi: 10.33365/jti.v16i1.1320.
- Hamzidah, Nurul Khaerani, and Mardawia Mabe Parenreng. 2020. “Proses Identifikasi Objek Pada Citra Sel Leukosit Darah Menggunakan Teknik Pengolahan Citra Digital.” Pp. 74–78 in *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*.
- Hendrick, R. Edward, Jay A. Baker, and Mark A. Helvie. 2019. “Breast Cancer Deaths Averted Over 3 Decades.” *Cancer* 125(9):1482–88.
- Hovi, Hovi Sohibul Wafa, Asep Id Hadiana, and Fajri Rakhmat Umbara. 2022. “Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM).” *Informatics and Digital Expert (INDEX)* 4(1):40–45.
- Irawati, Putri Anna Diah. 2022. “Classification of Breast Cancer Based on Ultrasound Image Using CNN Transfer Learning Method.”
- Khan, Muhammad Attique, Seifedine Kadry, Pritee Parwekar, Robertas Damaševičius, Asif Mehmood, Junaid Ali Khan, and Syed Rameez Naqvi. 2021. “Human Gait Analysis for Osteoarthritis Prediction: A Framework of Deep Learning and Kernel Extreme Learning Machine.” *Complex & Intelligent Systems* 1–19.
- Kusumawaty, Jajuk, Elis Noviati, Ima Sukmawati, Yanti Srinayanti, and Yuyun Rahayu. 2021. “Efektivitas Edukasi SADARI (Pemeriksaan Payudara Sendiri) Untuk Deteksi

- Dini Kanker Payudara.” *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 4(1):496–501.
- Lan, Lan, Lei You, Zeyang Zhang, Zhiwei Fan, Weiling Zhao, Nianyin Zeng, Yidong Chen, and Xiaobo Zhou. 2020. “Generative Adversarial Networks and Its Applications in Biomedical Informatics.” *Frontiers in Public Health* 8:164.
- Luque, Amalia, Alejandro Carrasco, Alejandro Martín, and Ana de las Heras. 2019. “The Impact of Class Imbalance in Classification Performance Metrics Based on the Binary Confusion Matrix.” *Pattern Recognition* 91:216–31. doi: 10.1016/j.patcog.2019.02.023.
- Mardiana, Linda, Dadan Kusnandar, and Neva Satyahadewi. 2022. “Analisis Diskriminan Dengan K-Fold Cross Validation Untuk Klasifikasi Kualitas Air Di Kota Pontianak.” 11(1):97–102.
- Maria, Eny, Yulianto Yulianto, Yunita Putri Arinda, Jumiatty Jumiatty, and Palma Nobel. 2018. “Segmentasi Citra Digital Bentuk Daun Pada Tanaman Di Politani Samarinda Menggunakan Metode Thresholding.” *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)* 2(1):37–46. doi: 10.30872/jurti.v2i1.1377.
- Öztürk, Şaban, and Bayram Akdemir. 2018. “Application of Feature Extraction and Classification Methods for Histopathological Image Using GLCM, LBP, LBGLCM, GLRLM and SFTA.” *Procedia Computer Science* 132(Iccids):40–46. doi: 10.1016/j.procs.2018.05.057.
- Preethi, K. Auxzilia, Ganesh Lakshmanan, and Durairaj Sekar. 2021. “Antagomir Technology in The Treatment of Different Types of Cancer.” *Epigenomics* 13(07):481–84.
- Purwandari, Endina Putri, Rachmi Ulizah Hasibuan, and Desi Andreswari. 2018. “Identifikasi Jenis Bambu Berdasarkan Tekstur Daun Dengan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Dan Gray Level Run Length Matrix.” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer* 6(4):146–51. doi: 10.14710/jtsiskom.6.4.2018.146-151.
- Riani, Evicenna Naftuchah, and Dewi Ambarwati. 2020. “Early Detection Kanker Serviks Sebagai Upaya Peningkatan Derajat Hidup Perempuan.” *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan* 3(2):144–46. doi: 10.31764/jpmb.v3i2.1883.
- Rini Novitasari, Dian Candra, Ahmad Lubab, Asri Sawiji, and Ahmad Hanif Asyhar. 2019. “Application of Feature Extraction for Breast Cancer Using One Order Statistic, GLCM,

- GLRLM, and GLDM.” *Advances in Science, Technology and Engineering Systems* 4(4):115–20. doi: 10.25046/aj040413.
- Sari, Bella Maya. 2020. “Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Strawberry Berdasarkan Warna RGB Dengan Menggunakan Metode Regionprops.” *TIN: Terapan Informatika Nusantara* 1(5):225–30.
- Sathiyabhama, Balasubramaniam, S. Udhaya Kumar, J. Jayanthi, Thanikachalam Sathiya, A. K. Ilavarasi, V. Yuvarajan, and Konga Gopikrishna. 2021. “A Novel Feature Selection Framework Based on Grey Wolf Optimizer for Mammogram Image Analysis.” *Neural Computing and Applications* 33(21):14583–602.
- Sebatubun, Maria Mediatix, and Erna Hudianti Pujiarini. 2018. “Pengenalan Varietas Kopi Arabika Berdasarkan Fitur Bentuk.” *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer) STMIK AKAKOM* 3(2):60–69.
- Setiawan, D. W. I. 2019. “Artificial Neural Network Untuk Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Statis Dengan Menggunakan Metode Hebb Rule.”
- Sheth, Deepa, and Maryellen L. Giger. 2020. “Artificial Intelligence in The Interpretation of Breast Cancer on MRI.” *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 51(5):1310–24.
- Sung, Hyuna, Jacques Ferlay, Rebecca L. Siegel, Mathieu Laversanne, Isabelle Soerjomataram, Ahmedin Jemal, and Freddie Bray. 2021. “Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries.” *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 71(3):209–49. doi: 10.3322/caac.21660.
- Sung, Hyuna, Jacques Ferlay, Rebecca L. Siegel, Mathieu Laversanne, Isabelle Soerjomataram, Ahmedin Jemal, and Freddie Bray. 2021. “Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates Of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries.” *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 71(3):209–49.
- Syaputra, M. Adie, and Kurnia Wulan Suci. 2021. “Implementasi Sistem Pakar Dalam Penanganan Penyakit Kanker.” *Sienna* 2(1):18–21.
- Taufiq, Sari Amila, and Jannah Rihatul. 2021. “Deteksi Rasa Kantuk Pada Pengendara Kendaraan Bermotor Berbasis Pengolahan Citra Digital.” *Jurnal Teknologi Terapan and Sains 4.0* 2(1):83–92. doi: 10.35793/jtek.2.2.2013.1792.

- Utami, Tri Mar'ati Nur. 2022. "Klasifikasi Kanker Kulit Pada Citra Dermoscopy Menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (Glcm) Dan Kernel Extreme Learning Machine (Kelm)."
- Vaishali, Durgamahanthi, P. Vishnu Priya, Nithyasri Govind, and K. Prabha. 2020. "Higher Order Statistical Analysis in Multiresolution Domain-Application to Breast Cancer Histopathology." Pp. 495–508 in *International Conference on Service-Oriented Computing*. Springer.
- Wang, J. J., K. F. Lei, and F. Han. 2018. "Tumor Microenvironment: Recent Advances in Various Cancer Treatments." *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 22(12):3855–64.
- Widyaningsih, Yekti, Graceilla Puspita Arum, and Kevin Prawira. 2021. "Aplikasi K-Fold Cross Validation Dalam Penentuan Model Regresi Binomial Negatif Terbaik." *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan* 15(2):315–22.
- Wilianti, Alfia Septiana, and Suhartati Agoes. 2019. "Pengolahan Citra Untuk Perbaikan Kualitas Citra Sinar-X Dental Menggunakan Metode Filtering." *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 17(1):31–46.
- Winangun, Putu Prima, I. Made Oka Widyantara, and Rukmi Sari Hartati. 2020. "Pendekatan Diagnostik Berbasis Extreme Learning Machine Dengan Kernel Linear Untuk Mengklasifikasi Kelainan Paru-Paru." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 19(1):83. doi: 10.24843/mite.2020.v19i01.p12.
- Xiao, Liye, Wei Shao, Fulong Jin, and Zhuochun Wu. 2021. "A Self-Adaptive Kernel Extreme Learning Machine for Short-Term Wind Speed Forecasting." *Applied Soft Computing* 99:106917.
- Xie, Xiaozheng, Faqiang Shi, Jianwei Niu, and Xiaolan Tang. 2018. "Breast Ultrasound Image Classification and Segmentation Using Convolutional Neural Networks." Pp. 200–211 in *Pacific rim conference on multimedia*. Springer.
- Yuan, Wei-Hsin, Hui-Chen Hsu, Ying-Yuan Chen, and Chia-Hung Wu. 2020. "Supplemental Breast Cancer-Screening Ultrasonography in Women with Dense Breasts: A Systematic Review and Meta-Analysis." *British Journal of Cancer* 123(4):673–88.
- Zhang, Yueming, Jianwei Hu, Tao Li, Shizhu Hao, and Xiaotang Wu. 2022. "Construction of a Diagnostic Model for Distinguishing Benign or Malignant Bone Cancer by Mining

MiRNA Expression Data.” *Biochemical Genetics* 1–17.