

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kanker Kolorektal

Kanker kolorektal merupakan keadaan dimana jaringan neoplasma ganas berasal atau tumbuh di dalam struktur usus besar (kolon) dan atau rectum. Kanker kolorektal menempati urutan ketiga dunia sebagai penyakit kanker yang paling banyak diderita dan keempat dunia sebagai penyakit kanker yang menyebabkan kematian (Hayat, 2009:3). Terjadinya kanker kolorektal dimulai dari pertumbuhan jaringan abnormal yang dikenal sebagai polip yang berasal dari lapisan mukosa usus besar. Perkembangan kanker kolorektal biasanya membutuhkan waktu 10 sampai dengan 15 tahun. Setelah perkembangan tersebut terjadi, kanker dapat menyebar melalui dinding kolon atau rektum, kemudian bermetastasis ke kelenjar getah bening, darah maupun organ lainnya.

Risiko kematian pada pasien penderita kanker kolorektal disebabkan karena kanker kolorektal seringkali tidak menunjukkan gejala awal yang khas sehingga membuat banyak penderita kanker kolorektal datang ke rumah sakit dalam keadaan stadium lanjut dan upaya pengobatan menjadi sulit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Meyerhardt (2006 : 3527), deteksi dini pada pasien kanker kolorektal dapat mengurangi risiko kematian akibat kanker kolorektal. Oleh karena itu deteksi dini pada pasien kanker kolorektal sangat diperlukan dalam mengatasi kematian akibat kanker kolorektal.

1. Faktor Risiko Kanker Kolorektal

Faktor risiko merupakan berbagai hal yang mempengaruhi kesempatan seseorang untuk terkena suatu penyakit termasuk kanker kolorektal. Penyebab pasti kanker kolorektal belum diketahui hingga saat ini. Beberapa faktor risiko yang menyebabkan seseorang rentan terkena kanker kolorektal yaitu :

- a. Usia, peluang seseorang terdiagnosa penyakit kanker kolorektal meningkat setelah usia 50 tahun. Lebih dari 90% kasus kanker kolorektal terjadi pada pasien yang berusia di atas 50 tahun. Seiring dengan bertambahnya usia, semakin besar risiko seseorang terkena kanker kolorektal. Sekitar 50% terdiagnosa kanker kolorektal ditemukan pada pasien yang berusia 60-79 tahun.
- b. Adanya polip pada kolon, khususnya polip jenis adenomatosa. Untuk lesi prekanker polip inflamatori/polip hiperplasma seringkali mengakibatkan kejadian kanker apabila ditemukan pada kolon ascenden (Haggard & Boushey, 2009 : 194).
- c. Jenis kelamin, banyak kasus kanker kolorektal lebih tinggi 30% - 40% pada pria dibandingkan pada wanita (*American Cancer Society*, 2014:3). Akan tetapi menurut Center, *et al* (2009:368), kasus tertinggi pada wanita juga terdapat di beberapa negara, seperti New Zealand, Australia, dan Israel. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan wanita di Israel tentang kanker kolorektal, yang menyebabkan rendahnya penggunaan alat deteksi dini kanker kolorektal. Sedangkan tingginya kasus kanker kolorektal pada wanita di New Zealand dan Australia dikarenakan peningkatan banyak wanita muda yang merokok.

- d. Riwayat keluarga, yaitu jika salah satu dari anggota keluarga pernah mengidap salah satu jenis kanker, maka risiko seseorang terkena kanker kolorektal akan semakin besar (Bostean *et al*, 2013:1494).
- e. Riwayat mengidap kanker sebelumnya. Misalnya : wanita yang pernah mengidap kanker ovarium, kanker uterus, dan kanker payudara memiliki risiko yang lebih besar untuk terkena kanker kolorektal.
- f. Etnis, kasus kanker kolorektal dan tingkat kematian tertinggi didapati pada etnis Afrika-Amerika dibandingkan etnis kulit putih dan Asia. Dalam tahun 2006-2010 kasus kejadian kanker kolorektal pada etnis Afrika-Amerika 25% lebih tinggi dan tingkat kematian 50% lebih tinggi dibandingkan dengan etnis kulit putih dan Asia (*American Cancer Society*, 2014:5).
- g. Radang usus besar, berupa *colitis ulceratif* atau penyakit crohn yang menyebabkan inflamasi atau peradangan pada usus untuk jangka waktu lama, akan meningkatkan risiko terserang kanker kolorektal.
- h. Merokok, merokok selama minimal 20 tahun meningkatkan risiko kanker kolorektal hingga 26% dibandingkan dengan orang yang tidak pernah merokok. Sedangkan perokok yang mengkonsumsi 20 gram tembakau per hari atau lebih akan berisiko 30% terkena kanker kolorektal. Merokok lebih dari 30 tahun atau lebih dari 20 gram per hari berhubungan dengan peningkatan risiko kanker kolorektal sebesar 48% (Hansen *et al*, 2013:415).
- i. Makanan tinggi lemak (khususnya lemak hewan) dan rendah kalsium, folat dan rendah serat, jarang memakan sayuran dan buah-buahan, sering minum alkohol, akan meningkatkan risiko terkena kanker kolorektal.

- j. Obesitas, peningkatan risiko kanker kolorektal berhubungan dengan kelebihan berat badan yang merupakan salah satu risiko penting bagi perkembangan sel – sel kanker. Obesitas meningkatkan risiko kanker kolorektal sebesar 20% (Monghaddam *et al*, 2007:2546).

2. Gejala Kanker Kolorektal

Gejala awal kanker kolorektal tidak jelas, seperti penurunan berat badan dan kelelahan yang tidak jelas sebabnya. Setelah berlangsung beberapa waktu barulah muncul gejala – gejala lain yang berhubungan dengan keberadaan tumor dalam ukuran yang cukup besar di usus besar. Makin dekat lokasi tumor dengan anus biasanya gejalanya makin banyak. Gejala tumor usus besar terbagi tiga, yaitu gejala lokal, gejala umum, dan gejala penyebaran (metastasis) (Tatsuo *et al*, 2006 : 325).

a. Gejala Lokal

Gejala lokal dari kanker kolorektal antara lain : perubahan kebiasaan buang air besar, perubahan frekuensi buang air besar, sensasi seperti belum selesai buang air besar (masih ingin tapi sudah tidak bisa keluar) dan perubahan diameter serta ukuran kotoran.

Perubahan wujud fisik kotoran, kotoran bercampur darah atau keluar darah dari lubang pembuangan saat buang air besar, kotoran bercampur lendir berwarna kehitaman, biasanya berhubungan dengan terjadinya perdarahan di saluran pencernaan bagian atas.

Muncul rasa nyeri disertai mual dan muntah saat buang air besar dan adanya benjolan pada perut terjadi akibat sumbatan saluran pembuangan kotoran oleh masa tumor.

Gejala – gejala lainnya di sekitar lokasi tumor muncul karena kanker dapat tumbuh mengenai organ dan jaringan sekitar tumor tersebut, seperti kandung kemih (timbul darah pada air seni), vagina (keputihan yang berbau, muncul lendir berebihan), gejala – gejala ini terjadi di akhir perjalanan penyakit, menunjukkan semakin besar tumor dan semakin luas penyebarannya (Rockey *et al*, 2005 : 308).

b. Gejala Umum

Gejala umum seperti terdapat pada keganasan yang lain diantaranya : penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas, hilangnya nafsu makan, pasien tampak pucat, sering merasa lelah.

c. Gejala penyebaran

Gejala penyebaran tergantung pada organ tubuh yang terkena. Penyebaran ke hati adalah yang paling sering dengan gejala penderita tampak kuning, nyeri pada perut, lebih sering pada bagian kanan atas di lokasi hati, pembesaran hati biasa tampak pada pemeriksaan fisik (Silvio & Claudio, 2011:1715).

3. Deteksi Dini Kanker Kolorektal

Deteksi dini berupa skrining untuk mengetahui kanker kolorektal memiliki peran penting di dalam memperoleh hasil yang optimal yaitu meningkatkan angka kehidupan dan menurunkan angka kematian yang diakibatkan penyakit kanker kolorektal. Deteksi dini dapat diartikan sebagai penemuan kasus pada individu yang bertujuan untuk mendeteksi adanya penyakit pada stadium dini sehingga

dapat dilakukan penanganan secepatnya. Terdapat beberapa jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk mendeteksi kanker kolorektal, antara lain (Asril Zahari, 2011 : 103-108) :

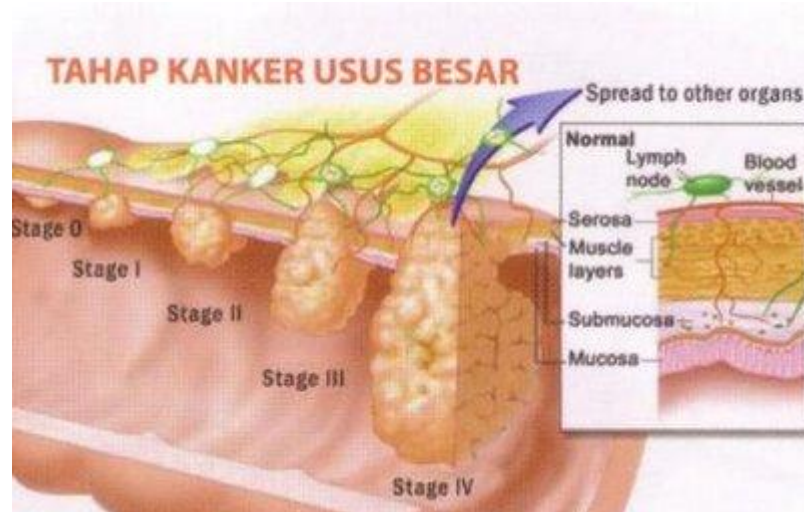
- a. Colok dubur. Pemeriksaan yang sangat sederhana dan dapat dilakukan oleh semua dokter dengan memasukkan jari yang sudah dilapisi sarung tangan dan zat pelumasan ke dalam dubur kemudian memeriksa bagian dalam rektum. Merupakan pemeriksaan yang rutin dilakukan bila ada tumor di rektum akan teraba dan diketahui dengan pemeriksaan ini.
- b. Test darah tersamar pada feses (Fecal Occult Blood Test = FOBT) di laboratorium klinik saat usia menginjak 50 tahun. Kanker maupun polip dapat menyebabkan pendarahan dan dan FOBT dapat mendeteksi adanya darah pada tinja. FOBT dapat menurunkan angka kematian akibat kanker kolorektal sebesar 16 – 23%.
- c. *Sigmoidoscopy*, yaitu suatu pemeriksaan dengan alat berupa kabel seperti kabel kopling yang ujungnya terpasang alat petunjuk yang diberi cahaya dan bisa meneropong yang disebut *sigmoidoscope*. Alat ini dimasukkan melalui lubang dubur ke dalam rektum sampai kolon sigmoid, sehingga dinding dalam rektum dan kolon sigmoid dapat terlihat. *Sigmoidoscopy* dilakukan saat usia menginjak 50 tahun. Bila ditemukan adanya polip, dapat sekaligus diangkat. Apabila dalam dua kali pemeriksaan hasilnya tidak terdapat polip, maka pemeriksaan dapat diperpanjang setiap 3-5 tahun.

- d. *Colonoscopy*, sama seperti *sigmoidoscopy* namun menggunakan kabel yang lebih panjang, sehingga seluruh rektum dan usus besar dapat dilihat dan diperiksa. Alat yang digunakan adalah *colonoscope*.
- e. *Double-contrast barium enema*, yakni pemeriksaan radiologi dengan sinar-X pada kolon dan rektum. Penderita diberikan enema dengan larutan barium dan udara yang dipompakan ke dalam rektum, kemudian difoto. Seluruh lapisan dinding dalam kolon dapat dilihat apakah normal atau terdapat kelainan.

Pada penelitian ini digunakan data berupa gambar yang berasal dari hasil *colonoscopy*.

4. Klasifikasi Stadium Kanker Kolorektal

Setelah sel kanker terbentuk di usus besar, sel kanker tumbuh melalui lapisan sepanjang dinding usus besar ataupun rektum. Kanker yang terdapat pada dinding usus juga bisa menembus pembuluh darah atau getah bening (Gambar 2.1). Sel-sel kanker mula – mula menyebar ke kelenjar getah bening di dekatnya, yang merupakan struktur berbentuk seperti kacang yang berfungsi membantu melawan infeksi. Sel-sel kanker juga dapat menyebar melalui pembuluh darah ke hati atau paru-paru, atau dapat menyebar melalui rongga perut ke daerah lain, seperti ovarium. Proses di mana sel-sel kanker menyebar ke bagian tubuh lain melalui pembuluh darah disebut metastasis (*American Cancer Society*, 2014 : 2).



Gambar 2.1 Stadium (tingkatan/tahapan) kanker kolorektal

Sejauh mana kanker kolorektal telah menyebar dibagi menjadi beberapa stadium (tingkatan). Penentuan stadium sangat penting dalam menentukan pilihan pengobatan. Menurut *National Cancer Institute* (2006: 12) klasifikasi stadium kanker kolorektal didefinisikan sebagai berikut:

- a. Stadium 0 (*Carcinoma in Situ*) : kanker hanya pada lapisan terdalam dari kolon dan rektum.
- b. Stadium I : sel kanker telah tumbuh pada dinding dalam kolon atau rektum tetapi belum menembus ke luar dinding.
- c. Stadium II : sel kanker telah menyebar ke dalam lapisan otot kolon atau rektum, tetapi sel kanker di sekitarnya belum menyebar ke kelenjar getah bening.
- d. Stadium III : sel kanker telah menyebar ke satu atau lebih kelenjar getah bening di daerah tersebut tetapi tidak ke bagian tubuh yang lain.

- e. Stadium IV : kanker telah menyebar ke bagian lain dari usus besar, seperti hati, paru-paru, atau tulang.

B. Pengolahan Citra Digital

Citra Digital adalah representasi dari citra dua dimensi sebagai sebuah kumpulan nilai digital yang disebut elemen gambar atau piksel (Gonzales & Woods, 2002:2). Citra dua dimensi adalah citra (gambar) yang terdiri dari panjang dan lebar. Piksel adalah sampel dari pemandangan yang mengandung intensitas citra yang dinyatakan dalam bilangan bulat (Usman Ahmad, 2005 : 14). Citra digital terbagi menjadi beberapa jenis. Jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra *grayscale*, dan citra warna. Adapun penjelasan mengenai jenis citra adalah sebagai berikut:

a. Citra biner

Citra biner adalah citra digital yang memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam yang dinyatakan dengan 0 dan putih yang dinyatakan dengan 1. Nilai 0 (hitam) adalah *background points*, biasanya bukan merupakan bagian dari citra sesungguhnya. Sedangkan nilai 1 (putih) adalah *region points*, yaitu bagian dari citra sebenarnya (bukan latar belakang). Citra biner juga disebut B&W (black and white) atau monokrom. Proses pembineran dilakukan dengan membulatkan ke atas atau ke bawah untuk setiap nilai keabuan dari piksel yang berada di atas atau di bawah nilai batas.

b. Citra *grayscale*

Citra *grayscale* atau abu – abu merupakan citra yang mampu menghasilkan gradasi warna abu-abu dari warna hitam hingga warna putih.

Tingkat keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan, berupa bilangan antara 0 s.d 255. Nilai ini digunakan untuk menunjukkan nilai intensitas. Nilai 0 untuk warna hitam, nilai 255 untuk warna putih dan nilai antara 0 sd 255 untuk warna antara hitam dan putih (keabuan).

c. Citra warna

Citra warna atau yang biasa disebut dengan citra RGB adalah citra digital yang setiap pikselnya mewakili warna kombinasi dari tiga warna dasar yaitu R = *Red*, G = *Green*, dan B = *Blue*. Citra warna disebut juga *true color* karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar yaitu mencapai 16 juta warna.

Pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik (Munir, 2004 : 3). Untuk memperoleh pola karakteristik yang baik, maka proses pengolahan citra dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas citra. Dalam jaringan syaraf radial basis fungsi (RBF), data input harus memiliki tipe citra dan ukuran *pixel* yang sama agar lebih mudah dalam perhitungan.

C. Ekstraksi citra

Proses ekstraksi citra merupakan salah satu proses penting dalam pengenalan kelas suatu obyek berupa citra. Pada penelitian ini, metode ekstraksi citra yang digunakan adalah metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) . GLCM merupakan suatu metode ekstraksi citra yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra dan merupakan salah satu metode yang cukup efektif dalam melakukan klasifikasi karena mampu memberikan informasi yang detail tentang suatu citra dalam hal tekstur (Gadkari, 2004). GLCM berupa suatu matriks yang elemen – elemennya merupakan jumlah pasangan piksel yang memiliki tingkat

kecerahan tertentu, di mana pasangan piksel itu terpisah dalam suatu jarak dan arah tertentu. Ekstraksi citra yang dilakukan dengan metode GLCM dapat menghasilkan 14 fitur ekstraksi. Ekstraksi citra dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi MATLAB R2010a. Namun, fungsi bawaan MATLAB R2010a hanya mampu memberikan 5 fitur ekstraksi saja yaitu *entropy*, *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Fungsi bawaan MATLAB R2010a tersebut adalah sebagai berikut:

$a = \text{imread}('a1.jpg');$ (merupakan perintah untuk membaca gambar)

$b = \text{rgb2gray}(a);$ merupakan perintah untuk transformasi dari citra RGB ke citra abu-abu)

$\text{glcm} = \text{graycomatrix}(b);$ (merupakan perintah proses GLCM)

$\text{stat} = \text{graycoprops}(\text{glcm}, 'all');$ (merupakan perintah yang digunakan untuk mendapatkan nilai *contrast*, *correlation*, *homogeneity* dan *energy*)

$c = \text{entropy}(b);$ (merupakan perintah untuk mendapatkan nilai entropy)

Untuk mendapatkan 9 fitur ekstraksi yang belum terdapat dalam MATLAB R2010a, fungsi yang sudah tersedia dapat dikembangkan secara manual menggunakan *script* yang tersedia dalam MATLAB R2010a. Dengan mengembangkan fungsi yang tersedia pada MATLAB, maka akan didapat 14 fitur ekstraksi yang akan digunakan sebagai variabel input. Fitur – fitur ekstraksi yang didapatkan adalah *energy*, *contrast*, *correlation*, *sum of square variance*, *Inverse Difference Moment (IDM)*, *sum average*, *sum variance*, *sum entropy*, *entropy*, *difference variance*, *difference entropy*, *maximum probability*, *homogeneity* dan *dissimilarity*.

1. Energy

Energy adalah fitur yang digunakan untuk menunjukkan piksel - piksel suatu gambar homogen (Sharma & Mukharjee, 2013:331). Rumus *energy* (E) adalah sebagai berikut (Mohanaiah, *et al.*, 2013:2):

$$E = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (2.1)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

2. Contrast

Contrast adalah perbedaan intensitas diantara piksel yang terang dan gelap. Rumus *contrast* (C) adalah sebagai berikut (Kalas, 2010:20):

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

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

3. Correlation

Correlation adalah ukuran tingkat abu – abu linear antara piksel pada posisi tertentu dengan piksel yang lain dan dirumuskan sebagai berikut (Soh & Tsatsoulis, 1999:781):

$$Cr = \sum_i \sum_j \frac{\{(i, j)p(i, j)\} - \sim_x \sim_y}{\dagger_x \dagger_y} \quad (2.3)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j ,

$$\sim_x = \sum_i \sum_j \{(i)p(i, j)\}, \quad \sim_y = \sum_i \sum_j \{(j)p(i, j)\},$$

$$\dagger_x = \sum_i \sum_j \{(i - \sim_x)^2 p(i, j)\}, \quad \dagger_y = \sum_i \sum_j \{(i - \sim_y)^2 p(i, j)\}$$

4. Sum of square (Variance)

Variance adalah ukuran statistic yang mengukur tingkat keragaman suatu piksel pada citra. Rumus *sum of square (variance)* (SSV) adalah sebagai berikut (Anami & Burkpalli, 2009: 11):

$$SSV = \sum_i \sum_j p(i, j)(i - \sim)^2 \quad (2.4)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j , \sim = rata-rata $\sum_i \sum_j p(i, j)$.

5. Entropy

Entropy adalah suatu ukuran keacakan. *Entropy* menunjukkan jumlah informasi dari sebuah citra yang dibutuhkan untuk mengkompres citra (Mohanaiah *et al*, 2013:2). Rumus *entropy* (EN) dari suatu citra adalah sebagai berikut (Harralick, *et al.*, 1973:619):

$$EN = -\sum_i \sum_j p(i, j) \log_2 \{p(i, j)\} \quad (2.9)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

6. Inverse Difference Moment (IDM)

IDM adalah ukuran dari homogenitas lokal. Nilai IDM tinggi ketika level abu-abu (*gray level*) lokal seragam dan invers dari GLCM tinggi. (Mohanaiah *et al*, 2013:2). Rumus IDM adalah sebagai berikut (Haralick *et al*, 1973:619):

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + (i - j)^2} \quad (2.5)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

7. Sum average

Sum average adalah fitur yang menunjukkan seberapa banyak nilai rata – rata piksel yang ada dalam citra. Rumus *sum average* (SA) adalah sebagai berikut (Haralick *et al*, 1973:619):

$$SA = -\sum_k \{k\} \{p_{x+y(k)}\} \quad (2.6)$$

dengan,

$$p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j) \text{ ; } i + j = k; k = 2, 3, \dots, 2N_g$$

N_g = banyak level abu-abu yang diperoleh dari citra.

8. Sum entropy

Sum entropy adalah fitur yang menunjukkan seberapa banyak level keabu – abuan yang acak. Rumus *sum entropy* (SE) adalah sebagai berikut (Haralick *et al*, 1973:619):

$$SE = -\sum_k p_{x+y(k)} \log \{p_{x+y(k)}\} \quad (2.7)$$

dengan,

$$p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j) \text{ ; } i + j = k; k = 2, 3, \dots, 2N_g$$

N_g = banyak level abu-abu yang diperoleh dari citra.

9. Sum variance

Sum variance adalah fitur yang menunjukkan seberapa banyak level keabuan yang bervariasi dari nilai rata-rata (Sharma & Mukharjee, 2013:331).

Rumus *Sum variance* (SV) adalah sebagai berikut (Harralick, *et al.*, 1973:619):

$$SV = \sum_k (i - SE)^2 p_{x+y(k)} \quad (2.8)$$

dengan,

$$SE = \text{jumlah entropi, } p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j); i + j = k; k = 2, 3, \dots, 2N_g$$

N_g = banyak level abu-abu yang diperoleh dari citra.

10. *Difference variance*

Difference variance adalah fitur yang menunjukkan perbedaan tingkat keragaman suatu piksel pada citra. Rumus *difference variance* (DV) adalah sebagai berikut (Harralick, *et al.*, 1973:619):

$$DV = \text{var}(p_{x-y(k)}) \quad (2.10)$$

dengan,

$$p_{x-y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j); |i-j| = k; k = 0, 1, 2, \dots, (N_g - 1)$$

N_g = banyak level abu-abu yang diperoleh dari citra.

11. *Difference entropy*

Difference entropy adalah fitur yang menunjukkan perbedaan keacakan dalam suatu citra. Rumus *difference entropy* (DE) adalah sebagai berikut (Harralick, *et al.*, 1973:619):

$$DE = -\sum_k (p_{x-y(k)}) \{\log(p_{x-y(k)})\} \quad (2.11)$$

dengan,

$$P_{x-y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j); |i + j| = k; k = 0, 1, 2, \dots, (N_g - 1)$$

N_g = banyak level abu-abu yang diperoleh dari citra.

12. *Maximum probability*

Maximum probability adalah fitur yang menunjukkan peluang tingkat abu-abu (*gray level*) yang memenuhi relasi pada persamaan entropi dan dirumuskan sebagai berikut (Anami & Burkpalli, 2009:11):

$$MP = \max_{i,j} \{p(i, j)\} \quad (2.12)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

13. *Homogeneity*

Homogeneity adalah fitur ekstraksi yang menunjukkan keseragaman variasi intensitas citra. *Homogeneity* dirumuskan sebagai berikut (Sharma & Mukharjee, 2013:331):

$$H = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (2.13)$$

dengan,

$p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

14. *Dissimilarity*

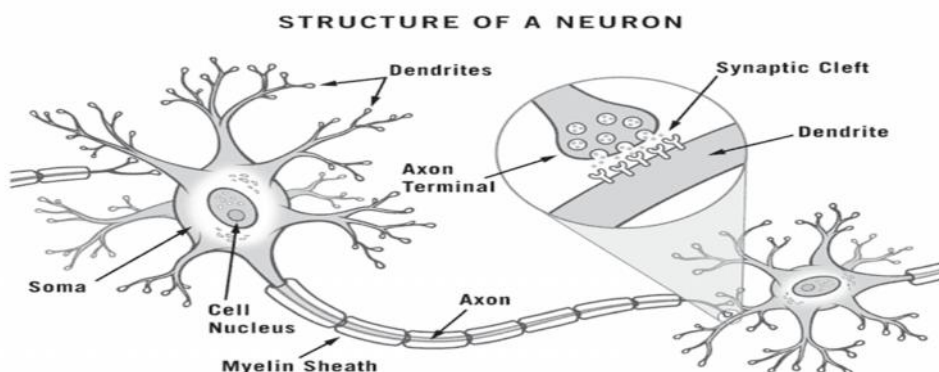
Dissimilarity (D) adalah fitur yang menunjukkan perbedaan tiap piksel dan dirumuskan sebagai berikut (Anami & Burkpalli, 2009:11):

$$D = -\sum_i \sum_j p(i, j)|i - j| \quad (2.14)$$

dengan, $p(i, j)$ = piksel di lokasi baris ke- i dan kolom ke- j .

D. Neural Network (NN)

Artificial neural network atau yang lebih dikenal dengan *neural network* (NN) yang dalam bahasa Indonesia berarti jaringan saraf tiruan merupakan sistem pengolahan informasi yang memiliki karakteristik menyerupai jaringan saraf biologis (Fauset, 1994:3). Hal yang sama diutarakan oleh Kriesel (2005:4), yang menyatakan bahwa pembelajaran NN termotivasi oleh persamaan sistem kerja biologi. Dalam pengoperasian NN, terdapat dasar unit pengolah informasi yang disebut neuron (Siang, 2005:23). Otak manusia diperkirakan memiliki neuron sebanyak 10^{11} dengan jenis yang berbeda – beda yang saling berhubungan satu sama lain. Neuron pada otak manusia mempunyai 3 bagian utama, yaitu : dendrit, soma (badan sel), dan akson (Gambar 2.2). Dendrit berfungsi menerima sinyal dari neuron lain melalui celah antar neuron yang disebut dengan sinapsis. Sinyal yang diterima dendrit disalurkan ke soma atau badan sel. Kemudian badan sel mengolah sinyal yang diterima dari dendrit. Sinyal yang telah diolah badan sel disalurkan melalui akson yang kemudian kembali melewati sinapsis dan dihubungkan ke neuron lain dan seterusnya (Lin, 1996:205).



Gambar 2.2. Jaringan Saraf Biologi

Prinsip kerja NN sama dengan prinsip kerja neuron pada otak manusia. NN bekerja dengan menggunakan tiga lapisan penyusun, yaitu lapisan *input* (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan *output* (*output layer*). Lapisan *input* menerima *input* dari luar yang berupa gambaran dari suatu permasalahan. Lapisan tersembunyi menghubungkan lapisan *input* dan lapisan *output*. Keluaran dari lapisan *output* merupakan hasil NN terhadap permasalahan yang diterima lapisan *input*. Proses pengiriman sinyal melalui sinapsis pada otak manusia sama halnya dengan pemberian bobot masing – masing variabel input. Sedangkan lapisan tersembunyi pada NN memiliki fungsi yang sama dengan badan sel pada neuron otak manusia, pada NN lapisan tersembunyi mengolah sinyal yang kemudian didapatkan hasil sebagai output dimana output pada NN berperan sebagai akson pada neuron otak manusia. Sama halnya dengan badan sel yang mengolah informasi yang diterima dendrit, lapisan tersembunyi pada NN melakukan pengolahan informasi yang diterima dari lapisan input dengan cara menjumlahkan hasil kali bobot dengan input yang kemudian diolah dengan menggunakan fungsi aktivasi.

Fungsi aktivasi merupakan salah satu hal yang menentukan karakteristik dari neural network. Menurut Fausett (1994:3) karakteristik dari neural network ditentukan oleh beberapa hal, yaitu: arsitektur, fungsi aktivasi, dan *learning algorithm* (algoritma pembelajaran).

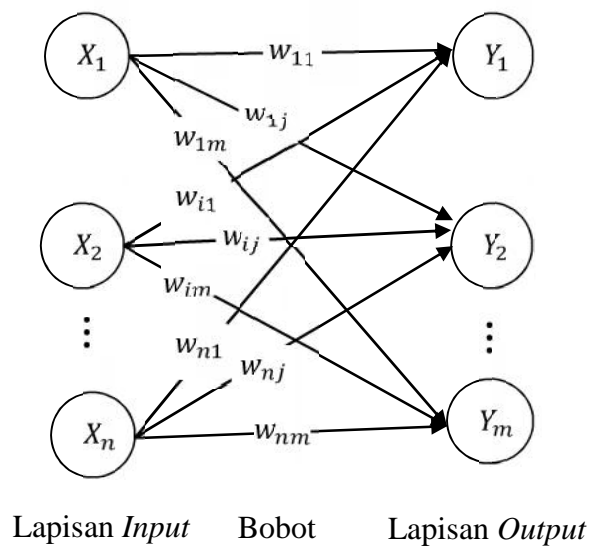
1. Arsitektur

Arsitektur pada *neural network* adalah pola hubungan antar neuron pada suatu sistem jaringan. Arsitektur sebuah jaringan akan menentukan keberhasilan

target yang akan dicapai karena tidak semua permasalahan dapat diselesaikan dengan arsitektur yang sama (Arif Hermawan, 2006 : 38). Menurut Fausett (1994: 12-15) terdapat 3 arsitektur dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain:

a. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer*)

Jaringan lapisan tunggal merupakan metode jaringan yang hanya memiliki satu lapisan dengan bobot terhubung. Jaringan lapisan tunggal ini pertama kali diperkenalkan oleh Widrow dan Hoff pada tahun 1960. Pada model ini, hanya terdapat lapisan input dan satu lapisan output. Arsitektur dari jaringan lapisan tunggal ditunjukkan oleh Gambar 2.3. Neuron – neuron pada lapisan input dan lapisan output saling terhubung dan memiliki nilai bobot masing – masing tiruan (Kriesel, 2005 : 74).

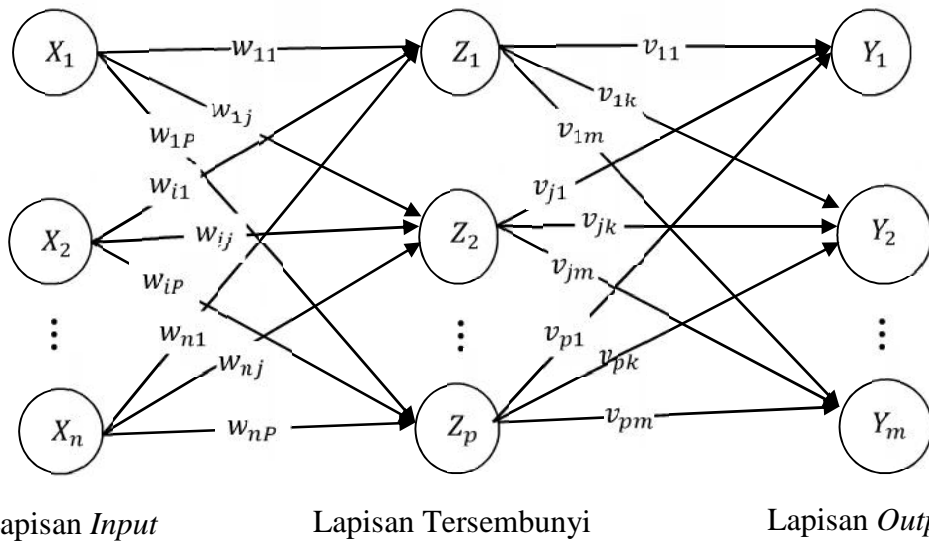


Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer*)

b. Jaringan Lapisan Banyak (*Multi Layer*)

Jaringan lapisan banyak ini merupakan jaringan yang memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak di antara lapisan input dan lapisan output yang dinamakan

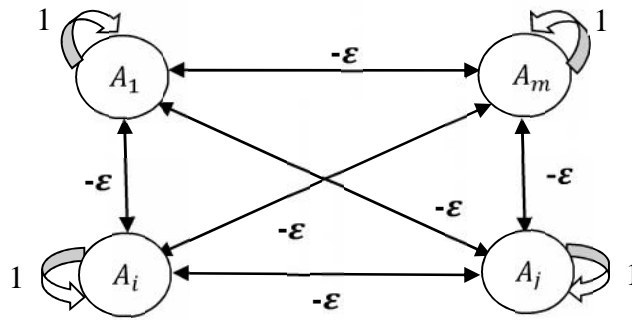
lapisan tersembunyi. Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi ini bervariasi tergantung dari kebutuhannya. Setiap neuron pada lapisan input akan terhubung dengan neuron pada lapisan tersembunyi yang juga memiliki nilai bobot masing – masing. Sementara setiap neuron pada lapisan tersembunyi ini akan terhubung dengan neuron pada lapisan tersembunyi selanjutnya, atau langsung dengan lapisan outputnya. Model jaringan *multi layer* ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan (*Multi Layer*)

c. Jaringan Lapisan Kompetitif

Jaringan dengan lapisan kompetitif memiliki bentuk yang berbeda dengan jaringan lapisan tunggal maupun jaringan lapisan banyak. Pada jaringan dengan lapisan kompetitif, neuron satu dapat saling berhubungan dengan neuron lain. Gambar 2.5 merupakan salah satu contoh arsitektur jaringan kompetitif dengan bobot $-\epsilon$.



Gambar 2.5 Arsitektur Jaringan Lapisan Kompetitif

2. Fungsi Aktivasi

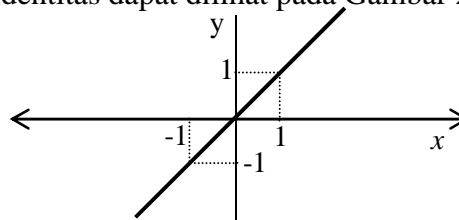
Untuk dapat mengolah sinyal yang datang dari input, pada lapisan tersembunyi dibutuhkan fungsi aktivasi yang selanjutnya disalurkan ke lapisan output. Fungsi aktivasi akan menentukan *output* suatu unit (mengubah sinyal *input* menjadi sinyal *output*) yang akan dikirim ke unit lain (Fausett,1994: 17). Terdapat beberapa fungsi aktivasi yang dapat digunakan dalam NN, antara lain sebagai berikut:

a. Fungsi Identitas (*Linier*)

Pada fungsi identitas, nilai *output* yang dihasilkan sama dengan nilai *inputnya* (Gambar 2.6). Pada Matlab R2010a, perintah untuk menggunakan fungsi identitas (*linear*) adalah *purelin*. Fungsi linear dirumuskan sebagai berikut:

$$y = f(x) = x, \quad x \in R \quad (2.15)$$

Grafik fungsi identitas dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut :



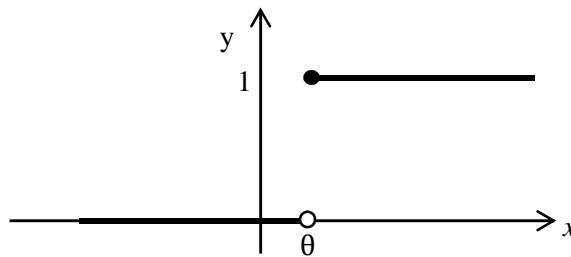
Gambar 2.6 Fungsi Identitas (*Linear*)

b. Fungsi Undak Biner (*Threshold*)

Fungsi undak biner dengan menggunakan nilai ambang sering juga disebut dengan nama fungsi nilai ambang (*threshold*). Fungsi undak biner digunakan untuk mengkonversikan *input* suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu *output* biner (0 atau 1). Fungsi ini sering digunakan pada jaringan dengan lapisan tunggal. Pada Matlab R2010a, perintah untuk menggunakan fungsi undak biner adalah *hardlim*. Fungsi undak biner (dengan *threshold* 0) dirumuskan sebagai berikut:

$$y = f(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2.16)$$

Grafik fungsi undak biner tampak pada Gambar 2.7 berikut:



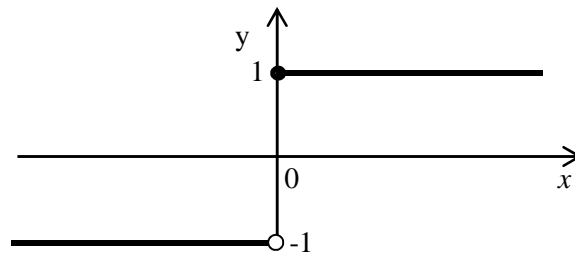
Gambar 2.7 Fungsi Undak Biner

c. Fungsi Bipolar (*Symmetric Hard Limit*)

Fungsi bipolar hampir sama dengan fungsi undak biner, perbedaannya terletak pada nilai *output* yang dihasilkan. Nilai *output* fungsi bipolar berupa 1 dan -1. Pada Matlab R2010a, perintah untuk menggunakan fungsi bipolar adalah *hardlims*. Fungsi bipolar dirumuskan sebagai berikut (Khalil & Al-Kazzaz, 2009:17):

$$y = f(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (2.17)$$

Grafik fungsi bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut :



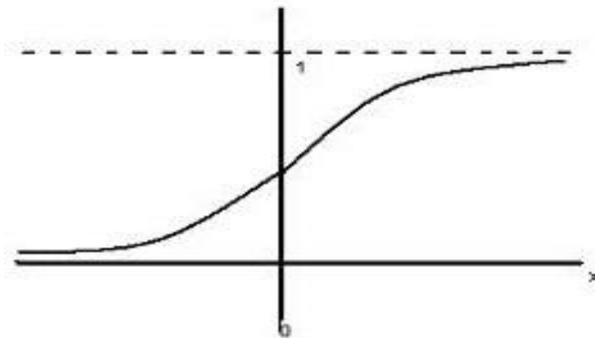
Gambar 2.8 Fungsi Bipolar

d. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi sigmoid biner memiliki sifat non-linier sehingga sangat baik untuk menyelesaikan permasalahan kompleks dan bersifat non-linier. Nilai fungsinya terletak antara 0 dan 1. Pada Matlab R2010a, perintah untuk menggunakan fungsi sigmoid biner adalah *logsig*. Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai berikut (Fausett, 1994:18):

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, \quad x \in R \quad (2.18)$$

Grafik fungsi sigmoid biner dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut :



Gambar 2.9 Fungsi Sigmoid Biner

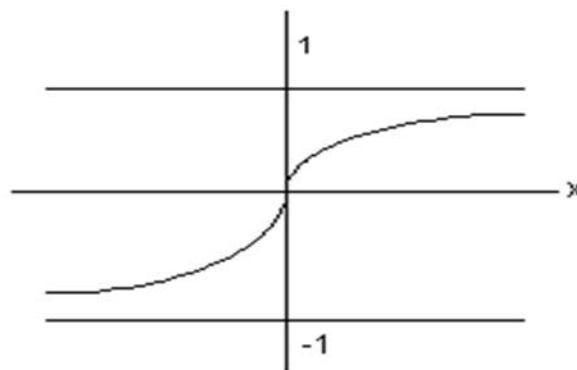
e. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi sigmoid bipolar hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, perbedaannya terletak pada rentang nilai *output*nya. Rentang nilai *output*

fungsi sigmoid bipolar adalah -1 sampai 1. Pada Matlab R2010a, perintah untuk menggunakan fungsi sigmoid bipolar adalah *tansig*. Fungsi sigmoid bipolar dirumuskan sebagai berikut:

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}, \quad x \in R \quad (2.19)$$

Grafik fungsi sigmoid bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut :



Gambar 2.10 Fungsi Sigmoid Bipolar

3. *Learning Algorithm* (Algoritma Pembelajaran)

Salah satu bagian terpenting dari konsep jaringan saraf adalah terjadinya proses pembelajaran. Pembelajaran dalam NN didefinisikan sebagai suatu proses dimana parameter-parameter bebas NN diadaptasi melalui suatu proses perangsangan berkelanjutan oleh lingkungan dimana jaringan berada (Suyanto, 2008:74). Proses pembelajaran bertujuan untuk melakukan pengaturan terhadap bobot yang ada pada *neural network*, sehingga diperoleh bobot akhir yang tepat sesuai dengan pola data yang dilatih.

Terdapat dua metode yang dapat dilakukan dalam proses pembelajaran NN, yaitu metode pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan metode tak terawasi (*unsupervised learning*) (Yeung *et al*, 1998:5).

a. Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Metode pembelajaran pada *neural network* disebut terawasi jika *output* yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Tujuan pembelajaran terawasi adalah untuk memprediksi satu atau lebih variabel target dari satu atau lebih variabel *input* (Sarle, 1994:6). Pada proses pembelajaran, satu pola *input* akan diberikan ke suatu neuron pada lapisan *input*. Selanjutnya pola akan dirambatkan sepanjang *neural network* hingga sampai ke neuron pada lapisan *output*. Lapisan *output* akan membangkitkan pola *output* yang akan dicocokkan dengan pola *output* targetnya. *Error* muncul apabila terdapat perbedaan antara pola *output* hasil pembelajaran dengan pola target sehingga diperlukan pembelajaran lagi.

b. Pembelajaran Tak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

Pembelajaran tak terawasi tidak memerlukan target *output* dan jaringan dapat melakukan *training* sendiri untuk mengekstrak fitur dari variabel independen (Sarle, 1994:6). Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil *output*nya. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu sesuai dengan nilai *input* yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah untuk mengelompokkan unit-unit yang hampir sama ke dalam suatu area tertentu.

Adapun kelebihan NN adalah mampu melakukan pembelajaran, dapat melakukan generalisasi, dan model cenderung stabil, sedangkan kelemahan NN adalah ketidakmampuan menginterpretasi secara fungsional dan kesulitan untuk menentukan banyak neuron serta banyak layer pada lapisan tersembunyi (Vieira *et al*, 2003:2).

E. Ketepatan Hasil Klasifikasi

Setelah proses pembelajaran selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah pengujian ketepatan hasil klasifikasi (diagnosa). Untuk menguji ketepatan hasil klasifikasi, dapat dilakukan dengan cara menghitung akurasi, spesifisitas, dan sensitivitas. Ketiganya digunakan untuk mengetahui seberapa bagus dan terpercaya hasil klasifikasi yang telah dilakukan. Kemungkinan yang dapat terjadi pada hasil klasifikasi ditunjukkan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Hasil Uji Diagnosis (Sharma & Mukharje, 2014: 22):

<i>Test</i>	<i>Disease</i>		<i>Sum</i>
	<i>Present</i>	<i>Absent</i>	
<i>Positive</i>	True Positive (TP)	False Positive (FP)	TP + FP
<i>Negative</i>	False Negative (FN)	True Negative (TN)	FN + TN
<i>Sum</i>	TP + FN	FP + TN	TP + FN + FP + TN

Keterangan:

TP : pasien memiliki penyakit dan hasil diagnosa tepat

TN : pasien tidak memiliki penyakit dan hasil diagnosa tepat

FP : pasien tidak memiliki penyakit tetapi hasil diagnosa menyatakan pasien memiliki penyakit

FN : pasien memiliki penyakit dan hasil diagnosa menyatakan pasien tidak memiliki penyakit

1. Sensitivitas

Spitalnic (2004:1) menyatakan bahwa sensitivitas adalah peluang hasil uji positif diberikan kepada pasien dengan kondisi memang berpenyakit. Misalnya, jika pada hasil klasifikasi stadium kanker kolorektal didapatkan nilai

sensitifitas = 95%, artinya ketika dilakukan uji diagnosa pada pasien yang memiliki penyakit kanker kolorektal maka pasien tersebut berpeluang 95% dinyatakan positif (berpenyakit) kanker kolorektal. Rumus sensitivitas adalah sebagai berikut (Zhu *et al*, 2010:2):

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (2.20)$$

2. Spesifisitas

Zhu, *et al* (2010:2) menyatakan bahwa spesifisitas adalah proporsi dari *true negative* teridentifikasi secara tepat dalam uji diagnosa. Spesifisitas adalah peluang hasil uji negatif diberikan kepada pasien dengan kondisi memang tidak berpenyakit (Spitalnic, 2004:1). Misalnya, jika pada hasil klasifikasi stadium kanker kolorektal didapatkan nilai spesifitas = 95%, artinya ketika dilakukan uji diagnosa pada pasien yang tidak berpenyakit kanker kolorektal maka pasien berpeluang 95% dinyatakan negatif (tidak berpenyakit) kanker kolorektal. Rumus spesifisitas adalah sebagai berikut (Zhu *et al*, 2010:2):

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% \quad (2.21)$$

3. Akurasi

Akurasi adalah kemampuan tes untuk mengidentifikasi hasil positif maupun hasil negatif secara tepat. Misalnya, pada hasil klasifikasi stadium kanker kolorektal diperoleh nilai akurasi 95% artinya klasifikasi akurat sebesar 95%, baik untuk pasien yang dinyatakan tidak memiliki penyakit kanker kolorektal maupun dinyatakan memiliki penyakit kanker kolorektal stadium 1, stadium 2, stadium 3, dan stadium 4. Rumus akurasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah klasifikasi tepat (cocok)}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \quad (2.22)$$