



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Universitas Negeri Yogyakarta
 untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh
 Nila Anggriyani
 NIM 11305141013

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
 2015

i

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesehatan merupakan kekayaan yang tidak ternilai harganya, saat seseorang sehat, melakukan aktivitas sehari-hari pun akan lebih nikmat. Berbeda ketika seseorang sakit, apalagi sakit yang dialami ketika terdiagnosis ternyata sudah akut sehingga sulit untuk diobati bahkan dapat menyebabkan kematian seperti pada penyakit kanker. Kanker merupakan salah satu penyakit tumor ganas yang berkembang secara abnormal dan tidak terkendali yang dapat menyerang setiap orang tanpa mengenal usia, jenis kelamin maupun status sosial. Menurut Direktorat pengendalian penyakit tidak menular (2009), kanker adalah pertumbuhan sel yang tidak normal/terus-menerus dan tidak terkendali, dapat merusak jaringan sekitarnya serta dapat menjalar ke tempat yang jauh dari asalnya yang disebut *metastasin*. Sel kanker bersifat ganas dan dapat menyebabkan kematian, dapat berasal/tumbuh dari setiap jenis sel di tubuh manusia.

Kanker termasuk penyakit yang tidak menular, meskipun demikian kanker bisa diturunkan oleh orangtua yang terkena kanker terhadap anaknya. Risiko terkena kanker lebih besar antara orang yang punya silsilah anggota keluarga yang pernah mengidap kanker dibandingkan dengan keluarga yang tidak. Setiap tahun terdapat jutaan orang yang meninggal dunia disebabkan oleh kanker. Beberapa jenis kanker yang sering menyerang manusia adalah kanker payudara, kanker

KLASIFIKASI KANKER SERVIKS MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DENGAN *GRAPHICAL USER INTERFACE* (GUI)

Oleh:

Nila Anggriyani

NIM. 11305141013

ABSTRAK

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik mirip dengan jaringan syaraf manusia yang melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Salah satu metode yang digunakan dalam jaringan syaraf tiruan adalah algoritma pembelajaran *Backpropagation*. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan prosedur, aplikasi dan proses pembangunan GUI dalam penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model JST *backpropagation*, dan mendeskripsikan tingkat akurasi model.

Langkah-langkah klasifikasi kanker serviks dengan JST *backpropagation* adalah ekstraksi citra, pendefinisian variabel *input* dan target jaringan, pembagian data *input*, normalisasi data, perancangan model terbaik dan denormalisasi data. Ekstraksi citra dengan metode GLCM untuk mendapatkan parameter yang digunakan sebagai *input*. *Input* berasal dari 13 parameter hasil ekstraksi, sedangkan target berasal dari diagnosa masing-masing foto kolposkopi serviks. Pembagian data menggunakan 80% data *training* dan 20% data *testing*. Sebelum pembelajaran, dilakukan normalisasi data agar terjadi sinkronisasi data. Perancangan model terbaik dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* untuk menentukan banyak *neuron* pada lapisan tersembunyi dan mendapatkan model dengan akurasi tertinggi. Dari model terbaik dihasilkan *output* pembelajaran, yang kemudian didenormalisasi untuk mengembalikan *output* ke bentuk aslinya. Langkah-langkah klasifikasi kanker serviks menggunakan JST *backpropagation* dengan sistem GUI adalah mentransformasi citra, mengekstraksi citra dan mendiagnosa citra. Proses mendiagnosa citra dilakukan menggunakan bobot-bobot hasil pembelajaran JST *backpropagation* dari model yang diperoleh.

Klasifikasi kanker serviks dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* memberikan model terbaik dengan 13 *neuron input*, satu lapisan tersembunyi dengan 12 *neuron* dan 1 *neuron output*. Fungsi aktivasi yang digunakan pada lapisan tersembunyi adalah *sigmoid bipolar* dan pada lapisan *output* adalah fungsi *linear*, dan fungsi pembelajaran *training*. Berdasarkan model terbaik, diperoleh nilai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi secara berurutan adalah 100%, 100%, dan 100% untuk data *training* serta 100%, 75%, dan 82% untuk data *testing*.

Kata Kunci : jaringan syaraf tiruan, *backpropagation*, klasifikasi, kanker serviks, GUI, Matlab

vii

serviks, kanker paru-paru, kanker hati, kanker kulit, kanker pankreas dan kanker lainnya.

Kanker serviks atau sering disebut dengan kanker leher rahim adalah kanker yang membentuk jaringan leher rahim (organ yang menghubungkan rahim dengan vagina). Kanker serviks termasuk satu-satunya kanker ganas yang menyerang wanita yang telah diketahui penyebabnya. Kanker serviks disebabkan oleh virus *Human Papilloma Virus* (HPV). Di Indonesia, HPV yang sering menyebabkan kanker yaitu HPV 16 dan 18. Virus HPV dapat menular melalui kontak fisik pada 10 tahun lebih masa inkubasi (www.asiancancer.com).

Kanker serviks disebut juga “*silent killer*” karena perkembangan kanker ini sangat sulit dideteksi. Menurut *Surveillance Epidemiology and End Results US National Cancer Institute*, berdasarkan kasus 2007-2011 menunjukkan jumlah kasus baru kanker serviks yaitu 7,8 per 100 ribu wanita per tahun dengan jumlah kematian adalah 2,3 per 100 ribu wanita per tahun. Berdasarkan data 2009-2011 menunjukkan risiko kanker berkembang yaitu sekitar 0,7 persen perempuan akan terdiagnosis kanker serviks. Pada tahun 2011, di Amerika Serikat diperkirakan ada 249.632 wanita hidup dengan kanker serviks. Pada tahun 2014, diperkirakan bahwa ada 12.360 kasus baru kanker serviks dan diperkirakan 4.020 orang meninggal karena penyakit ini.

Menurut Rasjidi & Sulistiyanto (2007: 2-3), angka kejadian dan angka kematian akibat kanker serviks di dunia menempati urutan kedua setelah kanker payudara. Sementara itu, di negara berkembang kanker serviks menempati urutan teratas sebagai penyebab kematian akibat kanker di usia reproduktif. Hampir 80%

menempatkan Indonesia sebagai negara dengan jumlah penderita kanker serviks terbanyak di dunia.

Beberapa faktor penyebab kanker serviks yaitu infeksi *Human Papilloma Virus* (HPV), riwayat kanker serviks dalam keluarga, kebiasaan merokok, *imunopresi* atau menurunnya daya tahan tubuh, infeksi *chlamidia* (Handayani, dkk, 2012: 8-10). Stadium kanker adalah cara bagi paramedis untuk mengetahui seberapa jauh kanker telah menyebar, dapat dilihat dari ukuran sel kanker serta letak penyebaran terhadap organ tubuh lain disekitarnya. Kanker serviks diklasifikasikan menjadi stadium dini (Stadium FIGO I-IIA) dan stadium lanjut (Stadium FIGO IIB-IVB). FIGO atau Federasi Internasional Ginekologi dan Obstetri merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk menetapkan stadium kanker serviks. Pasien kanker serviks kebanyakan tidak dapat diberi pertolongan secara maksimal dikarenakan pada umumnya mereka memeriksakan dan mengetahui bahwa mereka terdiagnosis kanker serviks sudah pada stadium lanjut bahkan sudah akut. Oleh karena itu mengetahui faktor-faktor penyebab kanker serviks serta melakukan pemeriksaan dini sangat membantu dalam mencegah kanker ini berkembang dengan cepat didalam tubuh. Pemeriksaan dini kanker serviks dapat dilakukan dengan tes *papanicolaou smear* atau *pap smear*, tes HPV,

Kini, untuk mendeteksi suatu penyakit kanker tidak hanya dilakukan oleh seorang ahli medis yang mempunyai keahlian dan pengalaman saja, melainkan dapat dilakukan dengan menggunakan teknik penalaran yang disebut *soft computing*. *Soft computing* adalah suatu model pendekatan untuk melakukan komputasi dengan meniru akal manusia dan memiliki kemampuan untuk menalar dan belajar pada lingkungan yang penuh dengan ketidakpastian. *Soft computing* bertujuan untuk mengeksplorasi adanya toleransi terhadap ketidaktepatan, ketidakpastian dan kebenaran parsial untuk dapat diselesaikan dengan mudah, *robustness* dan biaya penyelesaiannya relatif murah. Proses pendekatan *soft computing* dapat dilakukan secara fungsional maupun melalui pencarian secara acak (Kusumadewi & Hartati, 2010: 1-2). Kebenaran parsial didasarkan pada pembatasan data serta biasanya hanya diaplikasikan pada suatu kondisi tertentu. Dengan *soft computing* ini, dapat membantu ahli medis untuk mengetahui dan membantu dalam proses pengambilan keputusan dengan lebih cepat, bersifat objektif dan mendekati akurat.

Beberapa *soft computing* yang pernah dikembangkan adalah jaringan syaraf tiruan dan sistem fuzzy. Jaringan syaraf tiruan atau yang sering disebut *Artificial Neural Network* (ANN) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1943 oleh seorang ahli syaraf Warren McCulloch dan seorang ahli logika Walter Pitts. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan meniru cara kerja otak manusia dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Jaringan syaraf tiruan mampu mengenali kegiatan dengan berbasis pada data masa lalu. Data masa lalu tersebut akan

tes kolposkopi, tes biopsi serviks dan endserviks dan tes IVA (Inspeksi Visual Asam Laktat).

Beberapa penelitian terkait dengan kanker serviks telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Nurrohmam & Chaerani (2011), mendeteksi kanker serviks dengan aplikasi analisis tekstur menggunakan metode channy. Aplikasi ini memperlihatkan setiap tahapan pendeteksian kanker serviks melalui matlab 7.0 (R2010b). Persentase kesalahan deteksi tepi kanker serviks yang dihasilkan adalah 40% dari 5 objek yang diproses. Yulian & Suariyani (2012), tentang evaluasi program vaksinasi kanker serviks di Kabupaten Badung dengan pengumpulan data menggunakan kuisioner terstruktur dan dilakukan di seluruh instansi kesehatan dan organisasi profesi serta SMA Negeri. Secara keseluruhan program vaksinasi kanker serviks di Kabupaten Badung pada tahun 2012 dinyatakan "Baik" sebanyak 69,6 % dan "Tidak Baik" sebanyak 21,7 %. Intansari, Purnami & Wulandari (2012), mengklasifikasikan pasien hasil *pap smear test* sebagai pendeteksi awal upaya penanganan dini pada penyakit kanker serviks di RS. "X" Surabaya dengan metode *bagging logistic regression* dan didapatkan hasil analisis *bagging regresi logistik* pada 2 jenis kombinasi data menunjukkan bahwa pada 80 kali replikasi *bootstrap* diperoleh nilai ketepatan klasifikasi meningkat sebesar 1,11%. Nugrahani & Salamah (2012), menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi hasil *pap test* kanker serviks dengan menggunakan metode *regresi logistik ordinal*. Berdasarkan hasil analisis regresi logistik ordinal, diketahui bahwa variabel yang signifikan terhadap hasil pap test yaitu pemakaian alat kontrasepsi (X2) dan riwayat mempunyai anak (X3).

dipelajari oleh jaringan syaraf tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari (Hermawan, 2006: 2). Salah satu kelebihan jaringan syaraf tiruan adalah kemampuan *generalisasi*, yaitu kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk menghasilkan respon yang bisa diterima terhadap pola-pola *input* yang serupa (namun tidak identik) dengan pola-pola sebelumnya yang telah dipelajari. Dengan tingkat kemampuan yang sangat baik, aplikasi jaringan syaraf tiruan sangat cocok untuk diterapkan pada klasifikasi (memilih suatu *input* data ke dalam satu kategori tertentu yang diterapkan). Karakteristik jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh tiga hal, yaitu pola hubungan antara *neuron-neuron*-nya (arsitektur jaringan), metode untuk menentukan bobot penghubung (metode *training* atau *learning*) dan fungsi aktivasi (fungsi untuk menghasilkan *output*). *Neuron* adalah bagian dasar dari pemrosesan suatu jaringan syaraf tiruan yang dirancang untuk menirukan karakteristik *neuron* biologis.

Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa lapisan yaitu sebuah lapisan *input* (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan sebuah lapisan *output* (*output layer*) yang terhubung satu sama lain. Salah satu metode yang digunakan dalam jaringan syaraf tiruan adalah algoritma pembelajaran *Backpropagation* atau sering disingkat BP. BP digunakan untuk menyesuaikan bobot yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan. Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* banyak digunakan untuk berbagai aplikasi terutama pengenalan pola yang kompleks. Jaringan syaraf tiruan dapat menyelesaikan berbagai masalah teknik pada beberapa area mulai dari komputer *vision* (salah satu cabang ilmu

Beberapa penelitian terkait dengan *JST backpropagation* telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Afriyantika, Pontia & Triyanto (2012) menggunakan *JST backpropagation* untuk diagnosis penyakit jantung koroner (PIK) berdasarkan faktor–faktor risiko. Faktor resiko yang digunakan ada 9 yaitu umur, jenis kelamin, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, kadar kolesterol total, kadal HDL (*High Density Lipoprotein*), kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*), kadar *trigliserida* dan faktor keturunan. Hasil pengujian terhadap 54 data, kecocokan *output* jaringan dan target yang diinginkan menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,9998. Hasil pengujian terhadap data baru yaitu 8 data, kecocokan *output* jaringan dan target menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0.9965. Susanto (2012), menggunakan *JST backpropagation* untuk aplikasi diagnosa kanker serviks dengan mempelajari latar belakang sifat-sifat atau gejala-gejala yang khas dari kanker *serviks* yang kemudian dari latar belakang serta sifat-sifat tersebut dijadikan bahan untuk dipelajari dalam jaringan syaraf tiruan algoritma *backpropagation* dengan menggunakan *software Borland Delphi* versi 7.0. Setelah melalui proses pelatihan, jaringan dapat mengenali data diagnosa yang dimasukkan dengan tingkat akurasi sebesar 95,83 %.

pada kalkulator di *microsoft windows*, kamus, atau aplikasi lainnya (Stefandi, 2014: 121). GUI membantu mempermudah merepresentasikan hasil yang diperoleh serta untuk mendapatkan tampilan sistem agar lebih interaktif.

Berdasarkan permasalahan tersebut dan dengan perkembangan teknologi jaringan syaraf tiruan, muncul ide untuk membuat suatu sistem yang dapat mendeteksi serta mengklasifikasikan kanker serviks sehingga dapat membantu penanganan pasien kanker serviks secara dini. Oleh karena itu, tugas akhir ini berjudul “*Klasifikasi Kanker Serviks Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan Graphical User Interface (GUI)*”. Pada penelitian ini mencoba membuat sistem jaringan syaraf tiruan dengan GUI untuk mendeteksi kanker serviks dengan data *input* yang digunakan berupa gambar/foto hasil tes kolposkopi serviks. Jaringan syaraf tiruan melatih *input* tersebut, sehingga dari data tersebut nantinya diketahui apakah pasien menderita kanker atau tidak. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan alternatif diagnosa secara objektif dengan lebih cepat dan mendekati akurat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?
2. Bagaimana aplikasi penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?

Penelitian kanker serviks dapat juga dilakukan dengan menggunakan foto kolposkopi. Kolposkop pertama kali diperkenalkan oleh Hinselmann pada tahun 1925. Kolposkopi merupakan alat untuk memperbesar gambar permukaan leher rahim sehingga gambaran pembuluh darah akan terlihat lebih jelas. Kanker menimbulkan kelainan-kelainan pada pembuluh darah sehingga dengan memperhatikan pembuluh darah pada leher rahim, kanker leher rahim akan lebih mudah dideteksi/dikenal. Hasil kolposkopi berupa citra digital sehingga dapat digunakan sebagai data pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang kualitasnya lebih baik dengan tujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra tipe lain. Tipe citra terdiri dari citra biner, citra *grayscale*, dan citra warna atau *rgb*. Jadi, *input*-nya berupa citra dan *output*-nya pun berupa citra. Namun, *output* citra mempunyai kualitas lebih baik daripada *input* citra (Munir, 2004: 3-5).

Matrix Laboratory atau MATLAB merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. Matlab merupakan perangkat lunak produk dari *The MathWorks, Inc.* yang memadukan kemampuan perhitungan, pencitraan, dan permograman dalam satu paket (Nur & Astharini, 2012). Salah satu fasilitas dalam Matlab adalah fasilitas *Graphical User Interface* (GUI). GUI merupakan tampilan grafis dalam satu atau lebih jendela program yang berisikan komponen, yang dapat memudahkan penggunaanya untuk menyelesaikan tugas secara iteratif. GUI adalah program atau aplikasi jadi seperti

3. Bagaimana proses pembangunan GUI untuk penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?
4. Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian ini menurut rumusan masalah di atas adalah:

1. Menjelaskan proses penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.
2. Menjelaskan aplikasi penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?
3. Menjelaskan proses pembangunan GUI untuk penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.
4. Mendeskripsikan tingkat akurasi sistem dalam penentuan stadium kanker serviks dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis

Bagi penulis sendiri, penulisan tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang aplikasi model jaringan syaraf tiruan

backpropagation dan diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, Penelitian ini diharapkan dapat membantu mempermudah dan mempercepat dalam mendiagnosis penyakit kanker serviks yang diderita pasien dengan biaya yang lebih murah.

3. Bagi perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta

Penulisan tugas akhir ini juga bermanfaat dalam menambah koleksi bahan pustaka yang bermanfaat bagi Universitas Negeri Yogyakarta pada umumnya dan mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada khususnya.

Fungsi leher rahim adalah sebagai berikut:

- Memproduksi cairan yang berfungsi sebagai lubrikator dari vagina
- Memproduksi lendir yang membantu *transport* dari sperma
- Sebagai penyangga janin pada kehamilan

Sel kanker tidak langsung muncul, tetapi melalui beberapa tahap perubahan bentuk. Sel sebelum berubah menjadi kanker disebut sel pra-kanker atau disebut CIN (*cervical intraepithelial neoplasia*) atau SIL (*squamous intraepithelial lesion*) atau displasia.

Kanker serviks umumnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu karsinoma sel skuamosa, adenokarsinoma dan karsinoma adenoskuamosa. Dari ketiga jenis kanker serviks yang paling sering ditemukan adalah karsinoma sel skuamosa dan adenokarsinoma. Sementara itu, jenis kanker yang merupakan campuran karsinoma sel skuamosa dan adenokarsinoma atau sering disebut sebagai karsinoma adenoskuamosa jarang ditemukan. Perubahan sel pra-kanker menjadi sel kanker membutuhkan waktu hingga beberapa tahun. Namun, tidak semua sel pra-kanker akan berubah menjadi sel kanker karena ada sel pra-kanker yang hilang dengan sendirinya dan ada juga sel pra-kanker yang berubah menjadi kanker ganas yang *invasif* (Handayani, dkk, 2012: 4).

1. Gejala Kanker Serviks

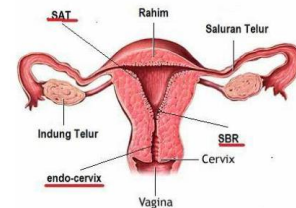
Pada tahap awal, biasanya kanker serviks tidak menimbulkan gejala. Gejala sering tidak disadari hingga kanker telah berkembang lebih jauh dan telah menyebar ke daerah di sekitarnya. Gejala yang timbul akan semakin banyak

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kanker Serviks

Kanker serviks atau sering disebut kanker leher rahim adalah keganasan yang terjadi pada bagian leher rahim. Kanker serviks terbentuk sangat perlahan dan dapat terjadi bertahun-tahun serta terdeteksi awalnya dari kelainan pada sel-sel serviks yang disebut *displasia* melalui tes pap smear. Untuk dapat memahami kanker serviks, ada baiknya terlebih dahulu memahami anatomi rahim wanita.



Gambar 2.1 Anatomi Rahim Wanita

Leher rahim (serviks) adalah bagian bawah uterus (rahim). Rahim memiliki 2 bagian. Bagian atas disebut tubuh rahim serta bagian bawah disebut leher rahim. Tubuh rahim adalah tempat di mana bayi tumbuh. Sedangkan leher rahim adalah penghubung antara tubuh rahim ke vagina atau disebut juga jalan lahir (www.cancerhelps.com).

apabila kanker serviks telah memasuki stadium lanjut. Gejala awal kanker serviks pada stadium lanjut, antara lain (Nurwijaya, dkk, 2010: 25-26):

- Keputihan yang tidak sembuh dengan berbagai pengobatan
- Nyeri pada perut bawah
- Pendarahan sesudah melakukan hubungan intim
- Pendarahan sesudah *menopause*
- Seringkali tanpa gejala, dideteksi/diketahui dengan *screening*.

Gejala kanker serviks yang lebih lanjut atau telah terjadi penyebaran, antara lain:

- Pada tahap lanjut keluar cairan kekuning-kuningan, berbau atau bercampur darah (keputihan karena kanker)
- Terjadi sumbatan pada saluran kencing
- Sakit ketika melakukan hubungan seks
- Terasa sangat lelah
- Hilang nafsu makan
- Turun berat badan
- Nyeri panggul (kanker menyebar ke panggul)
- Sakit punggung (penyebaran kanker ke tulang punggung)
- Sakit di kaki (karena kaki bengkak, penyebaran ke tulang kaki)
- Salah satu kaki bengkak (kanker yang menyumbat pembuluh limfe)
- Banyak pendarahan dari vagina (pendarahan dari kanker serviks)
- Bocor air kencing dan feses dari vagina (ada lubang fistel kandung kencing atau usus bawah)
- Keretakan tulang (penyebaran ke tulang)

2. Penyebab Kanker Serviks

Penyebab utama terjadinya kanker serviks ditengarai disebabkan oleh infeksi *Human Papilloma Virus* (HPV). HPV adalah kumpulan lebih dari 100 virus yang berhubungan, yang dapat menginfeksi sel-sel pada permukaan kulit, ditularkan melalui kontak kulit seperti vagina, anal, atau oral seks. Virus HPV berisiko rendah dapat menimbulkan penyakit kutil kelamin (*genital ward*) yang dapat sembuh dengan sendirinya dengan kekebalan tubuh. Namun pada virus HPV berisiko tinggi, seperti tipe 16, 18, 31, 33 dan 45. Virus-virus ini dapat mengubah permukaan sel-sel vagina menjadi tidak normal. Bila tidak segera diobati, infeksi virus HPV ini dalam jangka panjang dapat menyebabkan terbentuknya sel-sel pra-kanker serviks. Pra-kanker serviks adalah ketika hasil test *pap smear* menunjukkan adanya sel-sel abnormal pada permukaan leher rahim (serviks) di bawah mikroskop. Tiga dari empat kasus baru infeksi virus HPV menyerang wanita muda (usia 15-24 tahun). Infeksi virus HPV dapat terjadi dalam 2-3 tahun pertama mereka aktif secara seksual.

Faktor-faktor lain penyebab kanker serviks adalah sebagai berikut:

- Infeksi HIV
- Pemakaian pil KB
- Memiliki banyak kehamilan

15

lebih tinggi, seperti stadium IV menunjukkan kanker yang lebih serius (www.cancerhelps.com).

Dikutip dari *National Cancer Institute (NCI)*, stadium kanker serviks dibagi menjadi:

a. Stadium 0

Sel-sel abnormal ditemukan pada lapisan rahim terdalam. Sel-sel abnormal ini mungkin menjadi kanker dan menyebar ke jaringan terdekat yang normal.

b. Stadium I



Gambar 2.2 Foto Kolposkopi Stadium I

Pada stadium ini, kanker hanya ditemukan di leher rahim. Berdasarkan jumlah kanker yang ditemukan, stadium I dibagi menjadi stadium IA dan IB. Kanker serviks stadium IA terdiri dari kanker serviks stadium IA1 dan IA2 berdasarkan ukuran tumor. Dalam tahap IA1, kanker tidak lebih dari 3 milimeter mendalam dan lebar tidak lebih dari 7 milimeter. Dalam tahap IA2, kanker lebih dari 3 milimeter tetapi tidak lebih dari 5 milimeter mendalam, dan tidak lebih dari 7 milimeter lebar. Tahap IB terbagi menjadi tahap IB1 dan IB2, berdasarkan ukuran tumor. Dalam tahap IB1,

17

- Hamil pertama di usia muda
- Penghasilan rendah
- Riwayat keluarga (www.cancerhelps.com)
- Merokok
- Pemakaian DES (diethylstilbestrol) pada wanita hamil untuk mencegah keguguran
- Berganti-ganti pasangan seksual
- pasangan/suami pernah menikah dengan wanita yang menderita kanker serviks
- Gangguan sistem kekebalan
- Infeksi herpes genitalis atau infeksi klamidia menahun
- Bahan kimia (Rangeasanka, 2010: 75).

3. Stadium Kanker Serviks

Stadium kanker adalah cara bagi paramedis untuk merangkum seberapa jauh kanker telah menyebar. Pada umumnya, ada 2 sistem yang digunakan untuk memetakan stadium kanker serviks yaitu sistem FIGO (Federasi Internasional Ginekologi dan Obstetri) dan sistem TNM Kanker, keduanya sangat mirip. Kedua pemetaan ini mengelompokkan kanker serviks berdasarkan 3 faktor: ukuran/besar tumor (T), apakah kanker telah menyebar ke kelenjar getah bening (N) dan apakah telah menyebar ke tempat jauh (M). Dalam sistem AJCC, stadium menggunakan angka Romawi 0 s/d IV (0-4). Secara umum, angka yang lebih rendah menunjukkan semakin kecil kemungkinan kanker telah menyebar. Angka yang

16

kanker hanya dapat dilihat dengan mikroskop dan lebih dari 5 milimeter mendalam dan lebar lebih dari 7 milimeter atau kanker dapat dilihat tanpa mikroskop 4 cm lebar atau lebih kecil. Dalam tahap IB2, kanker dapat dilihat tanpa mikroskop dan lebih dari 4 cm.

c. Stadium II



Gambar 2.3 Foto Kolposkopi Stadium II

Pada stadium II, kanker telah menyebar di luar leher rahim tetapi tidak ke dinding pelvis (jaringan yang melapisi bagian tubuh antara pinggul). Tahap II terbagi menjadi tahap IIA dan IIB, berdasarkan seberapa jauh kanker telah menyebar. Stadium IIA ditandai dengan kanker telah menyebar di luar leher rahim atas dua pertiga vagina tetapi belum ke jaringan di sekitar rahim. Stadium IIA terbagi menjadi tahap IIA1 dan IIA2, berdasarkan ukuran tumor. Dalam tahap IIA1, tumor dapat dilihat tanpa mikroskop dan 4 cm lebar atau lebih kecil. Dalam tahap IIA2, tumor dapat dilihat tanpa mikroskop dan lebih dari 4 cm. Stadium IIB ditandai dengan kanker telah menyebar di luar leher rahim ke jaringan di sekitar rahim.

18



Gambar 2.4 Foto Kolposkopi Stadium III

Dalam stadium III, kanker telah menyebar ke bawah vagina dan/atau ke dinding pelvis atau telah menyebabkan masalah pada ginjal. Tahap III terbagi menjadi tahap IIIA dan IIIB, berdasarkan seberapa jauh kanker telah menyebar. Tahap IIIA kanker serviks, kanker telah menyebar ketiga rendah vagina tetapi tidak untuk dinding pelvis. Kanker serviks stadium IIIB, kanker telah menyebar ke dinding pelvis dan/atau tumor telah menjadi cukup besar untuk memblokir ureter (pada tabung yang menghubungkan ginjal dengan kandung kemih). Penyumbatan ini dapat menyebabkan ginjal membesar atau bahkan sampai berhenti bekerja.

c. Stadium IV



Gambar 2.5 Foto Kolposkopi Stadium IV

19

menggunakan IVA hendaknya dilakukan satu kali pada usia 35-40 tahun. Apabila didapat hasil yang positif, maka setelah pengobatan dianjurkan pemeriksaan ulang setahun kemudian. Apabila hasil negatif, maka dapat melakukan pemeriksaan ulang setiap 5 tahun.

Laporan hasil konsultasi WHO menyebutkan bahwa IVA dapat mendeteksi lesi tingkat pra-kanker dengan sensitivitas sekitar 66-96% dan spesifisitas 64-98% (Handayani, dkk, 2012: 31).

c. Tes HPV

Tes ini menggunakan teknik pemeriksaan molekuler, DNA yang terkait dengan HPV diuji dari sebuah contoh sel yang diambil dari leher rahim atau liang senggama.

d. Tes Kolposkopi

Tes kolposkopi merupakan tes yang dilakukan dengan peralatan spesial, di mana spesial kaca pembesar mini adalah peralatan utama yang dipakai untuk melihat sel-sel abnormal. Tes kolposkopi dilakukan dengan menggunakan kamera khusus untuk mengambil foto leher rahim. Setelah foto diambil, kemudian film dicetak dan foto diinterpretasi oleh petugas terlatih.

e. Biopsi

Tes ini dilakukan dengan mengambil sebagian kecil sel-sel dari daerah yang dicurigai ketika melakukan kolposkopi. Dari hasil biopsi tersebut akan diperoleh kepastian kondisi pasien, sehingga hasil biopsi merupakan dasar terapi.

21

Dalam tahap IV, kanker telah menyebar ke kandung kemih, rektum atau bagian lain dari tubuh. Stadium IV terbagi menjadi tahap IVA dan IVB berdasarkan penyebaran kanker. Kanker serviks stadium IVA ditandai dengan kanker telah menyebar ke organ terdekat, seperti kandung kemih atau rektum, sedangkan kanker serviks stadium IVB ditandai dengan kanker yang telah menyebar ke bagian tubuh untuk menjauh dari leher rahim seperti hati, usus, paru-paru, tulang atau jauh ke kelenjar getah bening.

4. Cara Pendeteksian Kanker Serviks

Pendeteksian kanker serviks dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa tes sebagai berikut:

a. Tes Pap Smear

Pemeriksaan rutin pap smear adalah salah satu cara pemeriksaan sel leher rahim yang dapat mengetahui perubahan perkembangan sel leher rahim sampai mengarah pada pertumbuhan sel kanker sejak dini. Pemeriksaan sel leher rahim dengan cara ini, pertama kali diperkenalkan pada tahun 40-an. Dengan adanya tes ini, angka kematian karena kanker rahim menurun hingga 75% (Yatim, 2005: 55-56).

b. Deteksi dini dengan IVA (Inspeksi Visual dengan Asam Asetat)

Selain pap smear, metode yang sederhana ini mulai sering diperkenalkan untuk mendiagnosis kanker serviks. Metode IVA dilakukan dengan cara melihat langsung serviks yang telah diolesi larutan asam asetat 3-5%. Perubahan warna pada serviks dapat menunjukkan serviks normal (merah homogen) atau lesi pra-kanker (bercak putih). Deteksi dini dengan

20

f. Biopsi konisasi

Tes ini dilakukan dengan mengambil sel-sel dalam jumlah yang lebih besar pada sekitar daerah yang dicurigai. Biasanya prosedur ini dilakukan sebagai prosedur operasi dan juga bisa digunakan sebagai pengobatan kanker pada tahap dini (www.informasimediaka.com).

5. Pengobatan Kanker Serviks

Dikutip dari www.cancerhelps.com, Standar pengobatan kanker serviks meliputi terapi operasi pengangkatan, radioterapi, dan kemoterapi.

a. Pengobatan kanker serviks tahap pra-kanker dan stadium 1A adalah dengan histerektomi (operasi pengangkatan rahim) atau dengan metode LEEP atau *cone biopsy* untuk pasien yang masih ingin mempunyai anak.

b. Pengobatan kanker serviks stadium IB dan IIA adalah apabila ukuran tumor <4cm maka dapat menggunakan radikal histerektomi ataupun radioterapi dengan/tanpa kemoterapi. Namun, apabila ukuran tumor >4cm maka harus menggunakan radioterapi dan kemoterapi berbasis cisplatin, histerektomi, ataupun kemoterapi berbasis cisplatin dilanjutkan dengan histerektomi.

c. Pengobatan kanker serviks stadium lanjut (IIB-IVA) adalah dengan radioterapi maupun kemoterapi berbasis cisplatin. Pada stadium sangat lanjut (IVB), dokter dapat mempertimbangkan kemoterapi dengan kombinasi obat, misalnya hycamtin dan cisplatin. Jika kesembuhan tidak dimungkinkan, tujuan pengobatan kanker serviks adalah untuk mengangkat atau menghancurkan sebanyak mungkin sel-sel kanker. Kadang-kadang pengobatan ditujukan untuk mengurangi gejala-gejala, hal ini disebut *perawatan paliatif*. Faktor-faktor lain

22

Meskipun suatu citra kaya informasi, namun seringkali citra yang diterima mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya kabur (*blurring*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam dan sebagainya. Citra yang mengalami penurunan mutu, akan menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami penurunan mutu mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (Munir, 2004: 2-3).

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan suatu sistem di mana proses dilakukan dengan *input* berupa citra (*image*) dan *output*-nya juga berupa citra dengan proses yang berupa perbaikan baik kualitas citra atau penyajian citra. *Output* citra mempunyai kualitas lebih baik daripada *input* citra. Sesuai dengan perkembangan komputer *vision*, pengolahan citra mempunyai dua tujuan utama, yaitu sebagai berikut (Basuki, Palandi & Fatchurrochman, 2005: 1-2):

1. Memperbaiki kualitas citra, di mana citra yang dihasilkan dapat menampilkan informasi secara jelas atau dengan kata lain manusia dapat melihat informasi yang diharapkan dengan menginterpretasikan citra yang ada. Dalam hal ini interpretasi terhadap informasi yang ada tetap dilakukan oleh manusia (*human perception*).

sama. Gabungan dari ketiga warna tersebut akan membentuk warna-warna lain tergantung komposisi ketiga komponen pada koordinat tersebut.

Untuk memperoleh pola karakteristik yang baik, maka proses pengolahan citra dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas citra. Dalam jaringan syaraf *backpropagation*, data pelatihan harus memiliki tipe citra dan ukuran *pixel* yang sama agar lebih mudah dalam perhitungan.

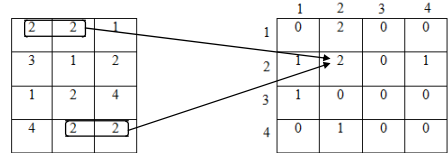
C. Ekstraksi Citra

Proses ekstraksi citra merupakan salah satu proses yang penting dalam pengenalan pola, karena metode ekstraksi citra yang tepat akan mampu memberikan informasi yang detail tentang kelas suatu citra. Proses ekstraksi citra menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* atau GLCM. GLCM merupakan suatu metode ekstraksi ciri 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). Proses ekstraksi citra dengan menggunakan GLCM maka citra akan dikonversi kedalam format keabuan (*grayscale*) sehingga untuk setiap *pixel* dalam wilayah citra hanya terdapat 1 nilai keabuan. Misalkan terdapat citra *grayscale* berukuran 3x4, jarak (d)=1, $\theta = 0$ dengan kisaran derajat keabuan 1-4 sebagai berikut:

2. Mengekstraksi informasi ciri yang menonjol pada suatu citra, di mana *output*-nya berupa informasi citra sehingga manusia mendapatkan informasi ciri dari citra secara numerik atau dengan kata lain komputer (mesin) melakukan interpretasi terhadap informasi yang ada pada citra melalui besaran-besaran data yang dapat dibedakan secara jelas (besaran-besaran ini berupa besaran numerik).

Secara umum citra yang mampu diolah dan dihasilkan oleh komputer berupa citra biner (*binary image*), citra keabuan (*grayscale*), dan citra warna (*true color*). Berikut ini penjelasan dari masing-masing tipe citra (Putra, 2009: 40-42):

- a. Citra biner merupakan citra yang paling sederhana. Citra ini hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih. Warna hitam ditunjukkan dengan nilai 0 dan warna putih dtunjukkan dengan nilai 1. Citra ini juga sering disebut citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom,
- b. *Grayscale* 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. *True color* atau RGB merupakan perpaduan dari ketiga komponen utama pembentuk warna yang dikenal sebagai warna RGB. RGB terdiri dari tiga warna dasar yaitu merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*) yang berukuran



Gambar 2.6 Proses Mendapatkan Matriks GLCM

Pada gambar 2.6, citra *grayscale* diubah menjadi matriks GLCM dengan menghitung jumlah setiap pasangan nilai *pixel* bertetangga dengan jarak d . Dimensi matriks GLCM adalah $n \times n$, dengan n adalah nilai *pixel* terbesar citra *grayscale* yang diperoleh. Berdasarkan gambar tersebut, pasangan *pixel* [2,2] sebanyak 2 kemudian dibuat matriks GLCM pada titik (2,2) dengan nilai 2. Demikian pula pada matriks GLCM lainnya dilakukan hal yang sama. Setelah diperoleh matriks kookurensi tersebut, selanjutnya dapat menghitung ciri statistik yang merepresentasi citra yang diamati. Ciri statistik yang dapat diekstraksi dari GLCM antara lain yaitu *energy*, *entropy*, *contrast*, *sum of squares* atau *variance*, *correlation*, *inverse difference moment*, *sum average*, *sum entropy*, *sum variance*, *difference variance*, *difference entropy*, *maximum probability*, *homogeneity* dan *dissimilarity*.

Proses ekstraksi citra menggunakan bantuan *software* Matlab R2010a. Fungsi bawaan pada Matlab hanya dapat digunakan untuk menganalisa 5 parameter yaitu entropi, kontras, korelasi, energi, dan homogenitas. Perintah untuk memperoleh parameter-parameter statistik tersebut adalah sebagai berikut:

```

I = imread ('gambarIB.jpg'); {digunakan untuk membaca gambar}
  
```

$H = -\sum p(i,j) \log_2 p(i,j)$ = Entropy (a) (mendapatkan nilai *Entropy*)

Parameter-parameter lainnya yang diperlukan sebagai *input* dapat dicari dengan cara manual menggunakan *script* pada Matlab R2010a.

1. Energy

Energy juga disebut keseragaman atau *angular second moment* (ASM). Energi bertujuan untuk mendeteksi gangguan pada tekstur. Energi mencapai nilai maksimum jika bernilai satu. Nilai energi yang tinggi terjadi ketika tingkat abu-abu memiliki bentuk konstan atau periodik (Gadkari, 2004: 12). Rumus energi adalah sebagai berikut (Patgar & Vasudav, 2013: 32):

$$E = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i,j)^2 \quad (2.1)$$

dengan, i = nilai level keabuan baris ke- i

j = nilai level keabuan kolom ke- j

$p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

2. Entropy

Statistik ini mengukur ketidakteraturan distribusi intensitas dari suatu gambar. Tekstur yang kompleks cenderung memiliki entropi yang tinggi. Entropi berbanding terbalik dengan energi (Gadkari, 2004: 13). Rumus entropi adalah sebagai berikut (Patgar & Vasudav, 2013: 32):

$$EN = - \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i,j) \log_2 \{p(i,j)\} \quad (2.2)$$

5. Correlation

Correlation digunakan untuk mengukur ketergantungan linear derajat keabuan di sekitar *pixel*. Nilai-nilai korelasi tinggi (mendekati 1) menyiratkan sebuah hubungan yang linear antara tingkat abu-abu dari pasangan piksel (Mohanaiah, Sathyanarayana & Gurukumar, 2013: 2). Rumus *correlation* adalah sebagai berikut (Chiang & Weng, 2013: 77):

$$CORR = \frac{\sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} \{i \cdot j \cdot p(i,j) - i_x \mu_y\}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.5)$$

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

$\mu_x = \sum_i i \cdot p(i,j)$ atau rata-rata dari p_x

$\mu_y = \sum_j j \cdot p(i,j)$ atau rata-rata dari p_y

$\sigma_x = \sum_i i \cdot \{i - \mu_x\}^2 \cdot p(i,j)$ standar deviasi dari p_x

$\sigma_y = \sum_j j \cdot \{j - \mu_y\}^2 \cdot p(i,j)$ standar deviasi dari p_y

6. Inverse Difference Moment (IDM)

IDM adalah ukuran dari homogenitas lokal. Nilai IDM tinggi ketika level abu-abu (*grey level*) lokal seragam dan *invers* dari GLCM tinggi (Mohanaiah, Sathyanarayana & Gurukumar, 2013: 2). Rumus IDM adalah sebagai berikut (Chiang & Weng, 2013: 79):

$$IDM = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} \frac{p(i,j)}{1 + |i-j|} \quad (2.6)$$

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

7. Sum average

Rumus *sum average* adalah sebagai berikut (Haralick, Shanmugam & Dinstein, 1973: 619):

dengan, i = nilai level keabuan baris ke- i

j = nilai level keabuan kolom ke- j

$p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

3. Contrast

Contrast merupakan perbedaan intensitas antara nilai tertinggi (terang) dan nilai-nilai terendah (gelap) dari seperangkat piksel yang saling berdekatan. Secara visual, nilai dari suatu *contrast* merupakan ukuran variasi antar derajat keabuan dari suatu daerah citra (Gadkari, 2004: 13). Rumus *contrast* adalah sebagai berikut (Haralick, Shanmugam & Dinstein, 1973: 619):

$$Con = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i,j) (i-j)^2 \quad (2.3)$$

dengan, $p(i,j)$ = Peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

4. Sum of squares (Variance)

Variance adalah ukuran heterogenitas atau variasi elemen-elemen matriks. *Variance* meningkat ketika nilai tingkat keabuan berbeda dari rata-ratanya dengan kata lain, citra dengan tingkat keabuan kecil maka akan memiliki *variance* yang kecil pula (Gadkari, 2004: 13). Rumus *sum of square variance* adalah sebagai berikut (Haralick, Shanmugam & Dinstein, 1973: 619):

$$SSV = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i,j) (i-\mu)^2 \quad (2.4)$$

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

μ = rata-rata i dan j pada $p(i,j)$.

$$SA = \sum_{k=2}^{2N_g} \{k \cdot p_{x+y(k)}\} \quad (2.7)$$

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

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

8. Sum entropy

Rumus *sum entropy* adalah sebagai berikut (Chiang & Weng, 2013: 78):

$$SE = - \sum_{k=2}^{2N_g} p_{x+y(k)} \log \{p_{x+y(k)}\} \quad (2.8)$$

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

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

9. Sum variance

Sum variance menunjukkan seberapa banyak level keabuan yang bervariasi dari nilai rata-rata (Sharma & Mukharjee, 2013: 331). Rumus *sum variance* adalah sebagai berikut (Haralick, Shanmugam & Dinstein, 1973: 619):

$$SV = \sum_{k=2}^{2N_g} i \cdot SE^2 p_{x+y(k)} \quad (2.9)$$

dengan, SE = nilai *sum entropy*,

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

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

10. Difference variance

Rumus *difference variance* adalah sebagai berikut (Chiang & Weng, 2013: 78):

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

$$= \sum_{k=0}^{N_g-1} (k - \sum_{k=0}^{N_g-1} k p_{x-y(k)})^2 p_{x-y(k)}$$

& Dinstein, 1973: 619):

$$DE = - \sum_{k=0}^{(N_g-1)} (p_{x-y(k)}) \{ \log(p_{x-y(k)}) \} \quad (2.11)$$

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

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

12. Maximum probability

Maximum probability menunjukkan tingkat abu-abu (grey level) yang memenuhi relasi pada persamaan entropi dan dirumuskan sebagai berikut (Soh & Tsatsoulis, 1999: 781):

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

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

13. Homogeneity

Homogeneity digunakan untuk mengukur kehomogenan variasi intensitas citra (Gonzales, 2008). Nilai homogenitas akan relatif membesar apabila variasi intensitas dalam citra mengecil. Rumus untuk homogeneity adalah sebagai berikut (Soh & Tsatsoulis, 1999: 781):

$$H = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|^2} \quad (2.13)$$

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

4. Setiap sel syaraf menerapkan fungsi aktivasi (biasanya *non linear*) terhadap isyarat hasil penjumlahan bobot-bobot yang masuk untuk menentukan isyarat keluarannya.

E. Klasifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot *sinapsis*-nya. Jaringan syaraf tiruan mampu mengenali kegiatan dengan berbasis pada data masa lalu. Data masa lalu tersebut akan dipelajari oleh JST sehingga mempunyai kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari (Hermawan, 2006: 2). Seperti pada otak manusia, jaringan syaraf tiruan juga terdiri dari beberapa *neuron* dan masing-masing *neuron* pada lapisan yang berbeda saling terhubung satu dengan yang lain. *Neuron* adalah sebuah unit pemroses informasi yang merupakan dasar operasi pada jaringan syaraf (Haykin, 1999: 10). Pada jaringan syaraf tiruan, *neuron-neuron* ini dimodelkan berdasarkan penyederhanaan sel syaraf manusia. Setiap *neuron* pada jaringan menerima atau mengirim sinyal dari atau ke *neuron-neuron* yang lain pada lapisan yang lain pula. Pengiriman sinyal disampaikan melalui penghubung. Kekuatan hubungan yang terjadi antara *neuron-neuron* yang saling berhubungan dinyatakan dengan bobot. Perubahan yang terjadi selama proses pembelajaran adalah perubahan nilai bobot. Nilai bobot akan bertambah, jika informasi yang diberikan oleh *neuron* yang bersangkutan tersampaikan, sebaliknya jika informasi tidak disampaikan oleh suatu *neuron* ke *neuron* yang lainnya, maka nilai bobot yang menghubungkan

14. Dissimilarity

Dissimilarity mengukur perbedaan tiap piksel. Dissimilarity akan bernilai tinggi apabila teksturnya acak, sebaliknya akan bernilai rendah apabila teksturnya seragam (Anami & Burkpalli, 2009: 11). Rumus untuk dissimilarity adalah sebagai berikut (Soh & Tsatsoulis, 1999: 781):

$$D = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p_{i,j} |i-j| \quad (2.14)$$

dengan, $p(i,j)$ = peluang nilai level keabuan pada baris ke- i dan kolom ke- j

D. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau sering dikenal dengan *Artificial Neural Network* (ANN) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1943 oleh seorang ahli syaraf Warren McCulloch dan seorang ahli logika Walter Pitts. Jaringan syaraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf manusia. Latar belakang perkembangan jaringan syaraf tiruan didasarkan pada kemampuan manusia ketika memproses informasi, mengenal sesuatu, dan sebagainya dengan pola sudut pandang yang belum pernah dialami sebelumnya (Hermawan, 2006: 13).

Jaringan syaraf tiruan tercipta dari pemahaman manusia yang didasarkan pada asumsi sebagai berikut (Fausett, 1994: 3):

1. Pemroses informasi terjadi pada suatu elemen sederhana yang disebut *neuron*,
2. Isyarat mengalir pada *neuron* melalui suatu penghubung,
3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot-bobot yang bersesuaian.

Bobot tersebut akan digunakan untuk menggandakan isyarat yang dikirimkan,

keduanya akan dikurangi. *Neuron-neuron* ini juga yang nantinya akan memproses *input* tersebut kemudian mengirimkan hasilnya berupa sebuah *output*.

Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan dibagi menjadi dua lapisan yaitu lapisan *input* (*input layer*) dan lapisan *output* (*output layer*) yang mempunyai jumlah *node* atau *neuron* yang berbeda-beda. Namun, ada pula JST yang mempunyai satu lapisan lagi yang terletak diantara lapisan *input* dan lapisan *output* yang disebut dengan lapisan tersembunyi atau sering disebut *hidden layer*. Lapisan-lapisan di atas, mempunyai konsep kerja masing-masing yaitu sebagai berikut: lapisan *input* digunakan untuk menyatakan nilai sebuah pola sebagai *input* jaringan. *Input* merupakan suatu kumpulan informasi yang diperoleh dari data yang sedang diteliti. Lapisan tersembunyi merupakan lapisan yang tidak langsung berinteraksi dengan dunia luar sehingga hasil *output* dari lapisan ini tidak dapat diketahui. Lapisan tersembunyi memperluas kemampuan jaringan syaraf tiruan dalam menghadapi masalah-masalah yang kompleks. Sedangkan lapisan *output* bertugas sebagai tempat keluaran hasil pemahaman jaringan terhadap data *input*. Tujuan dari pembangunan jaringan syaraf tiruan sendiri adalah untuk mengetahui nilai *output* (Puspitaningrum, 2006: 13).

Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh tiga hal yaitu (Fausett, 1994: 3):

1. Pola hubungan antar *neuron* atau sering disebut arsitektur jaringan,
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung atau sering disebut algoritma *training/learning/pelatihan/pembelajaran* jaringan,
3. Fungsi aktivasi (fungsi untuk menghasilkan *output*).

pembelajaran. Hal yang ingin dicapai dengan melatih jaringan syaraf tiruan adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan *memorisasi* dan *generalisasi*. Kemampuan *memorisasi* merupakan kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk memanggil kembali secara sempurna sebuah pola yang telah dipelajari. Kemampuan *generalisasi* merupakan kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk menghasilkan respon yang bisa diterima terhadap pola-pola *input* yang serupa (namun tidak identik) dengan pola-pola sebelumnya yang telah dipelajari. Hal ini sangat bermanfaat ketika suatu saat ke dalam jaringan syaraf tiruan tersebut dimasukkan informasi baru yang belum pernah dipelajari, maka jaringan syaraf tiruan itu masih akan tetap dapat memberikan tanggapan yang baik dengan memberikan *output* yang paling mendekati dengan nilai awal atau target (Puspitaningrum, 2006: 3-4).

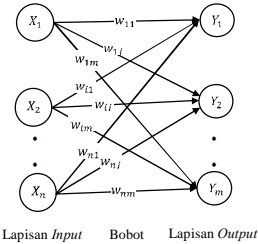
F. Algoritma Backpropagation

Algoritma pelatihan *backpropagation* atau propagasi balik pertama kali dirumuskan oleh Werbos dan dipopulerkan oleh Rumelhart dan McClelland untuk dipakai pada jaringan syaraf tiruan *feedforward* lapis jamak atau *multi-layer*. Algoritma ini termasuk dalam pelatihan terbimbing (*supervised*). Algoritma *backpropagation* adalah algoritma yang melatih jaringan dengan menyebarkan *error output* mundur dari lapisan *output* sampai ke lapisan *input*. *Error* ini

35

a. Jaringan dengan Lapisan Tunggal (Single Layer Net)

Jaringan syaraf dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot yang terhubung. Jaringan dengan lapisan tunggal hanya menerima *input* kemudian secara langsung mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Ciri-ciri arsitektur jaringan dengan lapisan tunggal adalah hanya terdiri dari satu lapisan *input* dan satu lapisan *output*. Gambar 2.6 adalah contoh jaringan syaraf dengan lapisan tunggal.



Gambar 2.7 Arsitektur Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal

b. Jaringan dengan Banyak Lapisan (Multi-layer Net)

Jaringan dengan banyak lapisan mempunyai satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan *output* dan *input* yaitu lapisan tersembunyi. Biasanya terdapat lapisan bobot-bobot yang terletak antara 2 lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan lapisan tunggal.

37

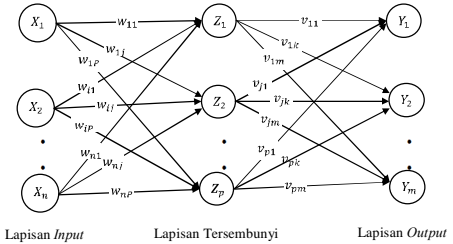
berfungsi mengevaluasi turunan dari fungsi kesalahan untuk penyesuaian bobot agar memperoleh *output* sesuai dengan target yang diinginkan (Yeung, *et al*, 2010: 10). Metode *backpropagation* adalah metode jaringan syaraf tiruan yang populer karena sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Algoritma *backpropagation* dibagi menjadi dua bagian yaitu algoritma pelatihan dan algoritma aplikasi atau pengujian. Algoritma pelatihan terdiri dari *feedforward* atau perambatan maju, *backpropagation* atau propagasi balik dari kumpulan kesalahan, dan perubahan atau penyesuaian bobot. Algoritma aplikasi atau pengujian hanya terdiri dari tahap *feedforward* atau perambatan maju saja (Puspitaningrum, 2006: 125-128). Menurut Fausett (1994), satu lapisan tersembunyi sudah cukup untuk penggunaan sebuah sistem JST dengan metode pembelajaran *backpropagation*.

1. Arsitektur Jaringan

Neuron dikelompokkan ke dalam lapisan-lapisan. Biasanya *neuron* yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama pula. Apabila *neuron-neuron* dalam suatu lapisan akan dihubungkan dengan *neuron-neuron* pada lapisan yang lain, maka setiap lapisan pada *neuron* tersebut juga harus dihubungkan dengan setiap lapisan pada lapisan lainnya. Hubungan *neuron-neuron* dalam jaringan syaraf tiruan mengikuti pola tertentu berdasarkan arsitektur jaringan syaraf. Arsitektur jaringan biasanya menjelaskan arah perjalanan sinyal atau data pada jaringan sehingga terjadi pola keterhubungan antar *neuron-neuron* yang membentuk suatu jaringan. Menurut Fausset (1994: 12-15) terdapat 3 arsitektur dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain:

36

Namun dengan pembelajaran yang lebih rumit pula. Gambar 2.7 merupakan contoh arsitektur jaringan dengan banyak lapisan (*Multi-layer Net*):



Gambar 2.8 Arsitektur Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan

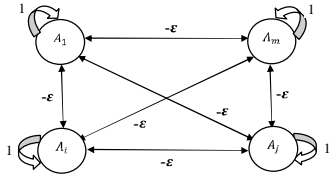
Pada gambar di atas, terdapat lapisan *input* dengan banyaknya *neuron input* ($x_q, q=1, 2, 3, \dots, n$). Lapisan tersembunyi ada satu dengan banyaknya *neuron* tersembunyi ($z_r, r=1, 2, \dots, p$). Dan lapisan *output* dengan banyaknya *neuron* ($y_s, s=1, 2, \dots, m$). Bobot-bobot yang menghubungkan *neuron input* ke- q menuju *neuron* ke- r pada lapisan tersembunyi disimbolkan dengan w_{qr} , sedangkan v_s adalah bobot-bobot dari *neuron* ke- r pada lapisan tersembunyi yang menuju ke- s pada lapisan *output*.

c. Jaringan Syaraf dengan Lapisan Kompetitif (Competitive Layer Net)

Bentuk arsitektur jaringan syaraf dengan lapisan kompetitif memiliki bentuk yang berbeda karena antar *neuron* pada jaringan ini dapat saling dihubungkan. Jaringan ini memetakan pola *input* secara tepat. Namun, apabila terlalu banyak membuat jaringan syaraf tiruan hanya mampu

38

Koneksi dari lapisan tersebut memiliki bobot $-E$.



Gambar 2.9 Arsitektur Jaringan Syaraf dengan Lapisan Kompetitif

2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan fungsi yang mentransformasikan nilai penjumlahan menjadi sebuah nilai yang dapat diproses lebih lanjut. Fungsi ini sangat penting ketika melakukan tahap perhitungan *output*. Terdapat beberapa fungsi aktivasi antara lain (Kusumadewi, 2004: 51-61):

- Fungsi sigmoid biner (*logsig*),
- Fungsi identitas/linear (*purelin*),
- Fungsi sigmoid bipolar (*tansig*),
- Fungsi undak biner (*hardlim*),
- Fungsi bipolar (*symetric hard limit*),
- Fungsi saturating linear (*satlin*),

39

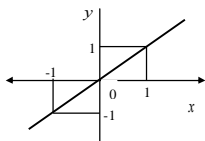
b. Fungsi Linear (*Purelin*)

Fungsi linear mempunyai nilai *output* yang sama dengan nilai *input*-nya, sehingga disebut juga fungsi identitas. Rumus fungsi linear adalah sebagai berikut:

$$y = f \ x = x \quad (2.17)$$

dengan turunan fungsinya adalah:

$$f' \ x = 1 \quad (2.18)$$



Gambar 2.11 Fungsi Linear (*Identitas*)

c. Fungsi Sigmoid Bipolar (*Tansig*)

Fungsi sigmoid bipolar hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja *output* ini memiliki *range* antara 1 sampai -1. Rumus fungsi sigmoid bipolar adalah sebagai berikut:

$$y = f \ x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \text{ atau } y = f \ x = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \quad (2.19)$$

dengan turunan fungsinya adalah:

$$f' \ x = \frac{2e^{-x}}{1 + 2e^{-2x} + e^{-4x}} \quad (2.20)$$

41

g. Fungsi *symetric saturing linear* (*satlin*).

Namun, pada algoritma *backpropagation* hanya dapat menggunakan fungsi aktivasi yang dapat didiferensialkan, antara lain sebagai berikut:

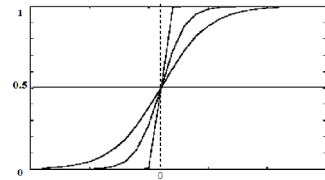
a. Fungsi Sigmoid Biner (*Logsig*)

Fungsi sigmoid biner memiliki *range* 0 sampai dengan 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan yang membutuhkan nilai *output* pada interval 0 sampai 1. Namun, fungsi ini juga bisa digunakan oleh jaringan yang nilai *output*-nya 0 atau 1. Fungsi sigmoid biner sangat baik untuk menyelesaikan permasalahan kompleks dan bersifat *non-linier*. Rumus fungsi bipolar adalah sebagai berikut:

$$y = f \ x = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.15)$$

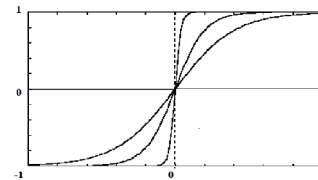
dengan turunan fungsinya adalah:

$$f' \ x = \frac{e^{-x}}{1 + 2e^{-x} + e^{-2x}} \quad (2.16)$$



Gambar 2.10 Fungsi Sigmoid Biner (*Logsig*)

40



Gambar 2.12 Fungsi Sigmoid Bipolar (*Tansig*)

3. Algoritma Pembelajaran

Salah satu hal terpenting dalam konsep jaringan syaraf tiruan adalah terjadinya proses pembelajaran atau pelatihan. Tujuan utamanya adalah melakukan pengaturan terhadap bobot-bobot yang ada pada jaringan syaraf, sehingga didapatkan bobot-bobot akhir yang sesuai dengan pola data yang sedang dilatih. Algoritma pembelajaran digunakan untuk menemukan nilai-nilai bobot yang tepat dalam mengirimkan suatu informasi. Algoritma yang digunakan jaringan syaraf dalam pembelajaran tergantung pada arsitektur jaringan yang digunakan. Secara umum, algoritma pembelajaran terbagi menjadi dua bagian, yaitu pembelajaran terawasi dan pembelajaran tak terawasi (Kusumadewi & Hartati, 2010: 84-85).

a. Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Supervised learning merupakan algoritma pembelajaran yang memerlukan target *output* untuk diketahui sebelumnya dalam proses pembelajarannya. Setiap pola *input* beserta target *output* yang ditentukan disebut sebagai pasangan pembelajaran. Lapisan *output* akan membangkitkan pola *output* yang nantinya akan dicocokkan dengan target. Apabila terjadi





42

b. Pembelajaran Tak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

Unsupervised learning tidak memerlukan *target output* sehingga tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu berdasarkan pada nilai *input* yang diberikan. Tujuan pembelajaran tak terawasi adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Algoritma pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang termasuk *Unsupervised learning* antara lain: *Kohonen Self-Organizing Maps, Learning Vector Quantization, Counterpropagation*.

G. Membangun GUI pada Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan salah satu perangkat lunak yang dirancang khusus sebagai solusi untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang berkaitan dengan matematika dan lebih khusus berupa matriks. Kemampuan Matlab saat ini jauh lebih baik dan didukung oleh semua kemampuan bahasa pemrograman, grafis, *interface* dan fungsi-fungsi lainnya. Sebagai suatu perangkat lunak yang dibangun secara kompleks, Matlab dilengkapi dengan *Graphical User Interface Design (GUIDE)* atau alat yang berfungsi untuk merancang suatu tampilan berbasis visual (*windows*). GUIDE merupakan

		Button	toggle button diklik tidak akan kembali ke semula
9		Check Box	Memilih satu atau lebih pilihan dari semua daftar pilihan yang ditampilkan
10		Static Text	Membuat teks label
11		Frame	Untuk membuat frame
12		Pop up Menu	Membuka daftar pilihan, dan memilih pilihan

Properti pendukung dalam membangun GUI antara lain:

1. *Align Objects*

Berfungsi untuk meluruskan objek-objek yang dipilih dengan menggunakan koleksi (*block*) pada perataan vertikal dan horizontal.

2. Menu Editor

Berfungsi untuk menambahkan dan mengedit *menu pull down* yang dibuat *user* dan digabungkan ke dalam sebuah *figure*.

3. *Property Inspector*

Merupakan bentuk keluaran yang digunakan untuk mengendalikan susunan *handle graphic* (penanganan grafik) yang berfungsi untuk menambah, mengubah hal-hal yang berkaitan dengan objek.


4. *M-file Editor*

Fungsi M-file mirip dengan *script file* teks dengan ekstensi .m. Fungsi M-file menyediakan cara sederhana untuk menambah kemampuan Matlab.

sekumpulan alat Matlab yang dirancang untuk membangun *Graphical User Interface (GUI)* dengan mudah dan cepat (Hermawan, 2006: 106-114).

GUI merupakan tampilan grafis dalam satu atau lebih jendela program yang berisikan komponen, yang dapat memudahkan penggunaanya untuk menyelesaikan tugas secara iteratif. Penggunaan GUI tidak perlu membuat *script* program atau menulis perintah di *command window* untuk memecahkan masalah (Stefandi, 2014: 121). Alat (*tool*) yang digunakan untuk merancang GUI terdiri dari 1 selektor (*select*) dan 11 *tool*.

Tabel 2.1 Komponen-komponen GUI beserta Fungsinya (Andayani, 2007: 2):

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Select	Memilih beberapa obyek secara bersama-sama
2		Push button	Tombol eksekusi, jika di-klik akan mengeksekusi sebuah perintah dan menampilkan hasilnya
3		Radio button	Untuk memilih satu pilihan dari beberapa pilihan yang disediakan
4		Edit teks	Untuk memasukkan input dan menampilkan hasil teks
5		Slider	Memasukkan input berupa range angka dengan cara menggeser control pada slider
6		List box	Memilih item dari semua daftar item yang Ditampilkan
7		Axes	Menampilkan grafik atau gambar
8		Toggle	Berfungsi sama dengan Push button. Bedanya,

5. *Object Browser*

Berfungsi sebagai menu yang berisi informasi tentang *tool-tool* yang digunakan dalam satu desain. Hal ini akan mempermudah proses terhadap *tool-tool* tertentu.

H. Perhitungan Kesalahan atau *Error*

Perhitungan kesalahan merupakan pengukuran seberapa baik jaringan dapat belajar sehingga apabila dibandingkan dengan pola yang baru akan dengan mudah dikenali. Salah satu persamaan yang dapat digunakan yaitu *Mean Squared Error (MSE)*. MSE adalah rata-rata jumlah kuadrat selisih target dan hasil *output* jaringan. Berikut ini rumus untuk menghitung MSE (Hanke & Wichern, 2005:79):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.21)$$

Dengan:

Y_t : Nilai target ke- t

\hat{Y}_t : Nilai *output* jaringan ke- t

n : Banyak *output*

Apabila MSE bernilai 0, ini berarti bahwa hasil pelatihan tidak menghasilkan *error* dengan kata lain program berhasil 100%.

I. Sensitifitas, Spesifisitas dan Akurasi

Setelah sistem selesai melakukan pembelajaran, kemudian dilakukan validasi sistem. Proses validasi dilakukan dengan menguji sistem menggunakan data lain untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat menginformasikan nilai–nilai *output* dari nilai–nilai *input* yang diberikan. Hasil pelatihan dan pengujian kemudian dianalisis dengan mengamati sensitifitas, spesifikasi dan akurasi

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

Wong & Lim (2011: 316) menyatakan bahwa sensitivitas adalah kemampuan tes untuk mengidentifikasi pasien yang tepat memiliki penyakit dari semua pasien yang memiliki penyakit. Misalnya, klasifikasi kanker serviks menghasilkan sensitivitas 98%, ini artinya pasien yang menderita kanker serviks apabila melakukan uji diagnosa, pasien tersebut berpeluang 98% positif menderita kanker serviks. Rumus sensitivitas adalah sebagai berikut (Akobeng, 2006: 339):

47

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyantika, L, Pontia, T. & Triyanto, D. (2012). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Diagnosis Penyakit Jantung Koroner (PJK) dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Universitas Tanjungpura*. Hlm. 1.
- Akobeng, A.K. (2006). Understanding diagnostic tests1: sensitivity, specificity and predictive Values. *Journal Acta Paediatrica*. Hlm 338-341.
- Anami, B.S. & Burkpalli, V.C. (2009). Texture based Identification and Classification of Bulk Sugary Food Object. *ICGST-GVIP Journal, ISSN: 1687-398X*, Vol. 9, Issue 4.
- Andayani, S. (2007). GUI Matlab untuk Membuat Grafik Fungsi. *Pelatihan GUI Matlab*. Jurdik Matematika FMIPA UNY.
- Astuti, E. (2009). *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan (Teori dan Aplikasi)*. Wonosobo: Star Publisng.
- Basuki, A., Palandi, J., & Fatchurrohman. (2005). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Blumenthal, P., Thomas W., Francisco G. *Atlas of Visual Inspection of the Cervix with Acetic Acid (VIA)*. Johns Hopkins University.
- Bustomi, A., Bisri, H., & Purwanti, E. (2014). Desain Perangkat Lunak Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Klasifikasi Citra Ronngen Paru-paru. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* Vol. 10, No. 1.
- Chiang, Y.M. & Weng, J.M. (2013). A Texture Classification Method based on Gray-Level Co-Occurrence Matrix and Support Vector Machines. *European International Journal of Science and Technology* Vol. 2 No. 10. Hlm. 77-79.
- Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular. (2009). *Buku Saku Pencegahan Kanker Leher Rahim & Kanker Payudara*, Direktorat Jenderal PP & PL Departemen Kesehatan RI: Jakarta. Available from: http://pppl.depkes.go.id/_asset/download/bukusaku_kanker.pdf (diakses pada 10 Desember 2014 pukul 19.00).
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks: Architecture, Algorithms, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gadkari, D. (2004). *Image Quality Analysis Using GLCM*. Orlando: University of Central Florida.
- Gonzales R.C. & Woods, R.E. (2008). *Digital Image Processing, 3rd ed*. New Jersey: Prentice Hall.

89

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (2.22)$$

2. Spesifisitas

Spesifisitas adalah kemampuan tes untuk mengidentifikasi pasien yang tepat tidak memiliki penyakit dari semua pasien yang tidak memiliki penyakit (Wong & Lim, 2011: 316). Misalnya, klasifikasi kanker serviks menghasilkan sensitivitas 98% ini artinya pasien yang tidak menderita kanker serviks apabila melakukan uji diagnosa, pasien tersebut berpeluang 98% tidak menderita kanker serviks. Rumus spesifikasi adalah sebagai berikut (Akobeng, 2006: 339):

$$Spesifisitas = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% \quad (2.23)$$

3. Akurasi

Akurasi adalah kemampuan tes untuk mengidentifikasi dengan tepat kondisi pasien sebenarnya (hasil positif maupun hasil negatif yang tepat). Misalnya diperoleh nilai akurasi 98%, ini artinya apabila pasien melakukan uji diagnosa maka hasil diagnosa tersebut 98% akurat, baik pasien mempunyai kanker serviks (stadium I-IV) maupun pasien dengan serviks normal. Rumus untuk menghitung akurasi adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{C}{N} \times 100\% \quad (2.24)$$

Dengan, C = Banyaknya klasifikasi yang tepat

N = Total keseluruhan data

48

- Handayani, L., dkk. (2012). *Menaklukan Kanker Serviks dan Kanker Payudara dengan 3 Terapi Alami*. Jakarta: Agromedia Pustaka. Available from: <https://books.google.co.id/books?id=O3njAwAAOBAt&pg=PA31&dq=cara+pendeteksian+kanker+serviks&hl=en&sa=X&ei=IrHoVKuB4OnuOTsh4KABA&ved=0CCQO6AEwAQ#v=onepage&q=cara%20pendeteksian%20kanker%20serviks&f=false> (diakses pada 25 Januari 2015 pukul 20.10).
- Hanke, J.E. & Wichern, D.W. (2005). *Bussiness Forecasting, 8th Edition*. Upper Saddle River. New Jersey: Prentice Hall.
- Haralick, R.M., Shanmugam, K. & Dinstein, I. (1973). Textural Features for Image Classification. *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics*, Vol. 3, No. 6. Available from: <http://haralick.org/journals/TexturalFeatures.pdf>.
- Haykin, S. (1999). *Neural Network: A Comprehensive Foundation*. New York: Prentice Hall.
- Hermawan, A. (2006). *Jaringan Syaraf Tiruan (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta. Andi.
- Intansari, I.A., Purnami, S.W. & Wulandari, S.P. (2012). Klasifikasi Pasien Hasil Pap Smear Test sebagai Pendeteksi Awal Upaya Penanganan Dini pada Penyakit Kanker Serviks di RS. “X” Surabaya dengan Metode *Bogging Logistic Regression*. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 1, No. 1. Hlm. 1.
- Krishna, A. *Mengenal Kehuan Anda Info Kesehatan Umum untuk Patient*. www.informasimedika.com. (Diakses pada tanggal 28 Desember 2014 pukul 19.20 WIB).
- Kusumadewi, S. & Hartati, S. (2010). *Neuro Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab & Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mohanaiah, S. & Gurukumar, L. (2013). Image Texture Feature Extraction Using GLCM Approach. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3, Issue 5, May 2013 1 ISSN 2250-3153.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, Informatika*. Bandung. Available from: http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Buku/Pengolahan%20Citra%20Digital/Bab-1_Pengantar%20Pengolahan%20Citra.pdf. (diakses pada 2 Februari 2015 pukul 20.45 WIB).

90

Nurwijaya, H., dkk. (2010). *Cegah dan Deteksi Kanker Serviks*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Nur, O. & Astharini, D. (2012). Penerapan Metode Simulasi Pra-Praktikum Menggunakan Graphic User Interface (GUI) dan FDATool, Matlab. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, Vol. 1, No. 4. Hlm 1-2.

Nurrohman, A. & Chaerani, L. (2011). Aplikasi Analisis Tekstur Menggunakan Metode Channy. *Skripsi*. Universitas Gunadarma.

Patgar, S.V & Vasudav T. (2013). An Unsupervised Intelligent System to Detect Fabrication in Photocopy Document using Geometric Moments and Gray Level Co-Occurrence Matrix. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 74– No.12, July 2013. Hlm. 32.

Purnomo M.H. & Kurniawan, A. (2006). *Supervised Neural Network dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Puspitaningrum, D. (2006). *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Putra, D. (2009). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi. Available from: http://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=NecMutaXJAC&oi=fnd&pg=PR4&dq=buku+tentang+pengolahan+citra&ots=C1iz1XvMk5&sig=v87CKwq1Zouz2_hK9crRODKtkSo&redir_esc=v#v=onepage&q=buku%20tentang%20pengolahan%20citra&f=false (diakses pada 25 Januari 2015 pukul 21.27).

Rahman, A. (2005). *Kanker*. www.cancerhelps.com/kanker-serviks.htm (diakses pada 18 Desember 2014 pukul 19.25).

Ranggasanka, A. (2010). *Waspada Kanker pada Pria dan Wanita*. Yogyakarta: Hangar Kreator.

Rasjidi, I & Sulistiyanto, H. (2007). *Vaksin Humam Papilloma Virus dan Eradikasi Kanker Mulut Rahim*. Jakarta: Sagung Seto.

Santosa, B. (2007). *Data Mining Terapan dengan Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sankaranarayanan, R., Ramani S.W. (2003). *A Practical Manual on Visual Screening for Cervical Neoplasia*. WHO: IARC.

Sankaranarayanan, R., John W.S. (2003). *Colposcopy and Treatment of Cervical Intraepithelial Neoplasia*. WHO: IARC.

Sharma, M & Mukharjee, S. (2013). Artificial Neural Network Fuzzy Inference System (ANFIS) for Brain Tumor Detection. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 177. Hal. 331.

Soh, L.K. & Tsatsoulis, C. (1999). Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co-Occurrence Matrices. *IEEE Transactions On Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 37, No. 2. Hlm. 781.

Stefandi, A. (2014). *Kumpulan Proyek Fisika dengan Menggunakan Matlab Disertai Konsep Dasar dan Source code*. Fiveritas Publisher.

Supriyadi, D. (2012). Sistem Informasi Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Semarang: Tesis. UNDIP.

Surveillance Epidemiology and End Results. *Cervix Uteri*. Available from: <http://seer.cancer.gov/statfacts/html/cervix.html>. (diakses pada tanggal 2 Februari 2015 pukul 20.15).

Susanto, A.T. (2012). Aplikasi Diagnosa Kanker Serviks dengan Menggunakan Algoritma *Backpropagation*. *Skripsi*. STIKOM Uyelindo Kupang.

Walpole, R.E. (1992). *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Wong, H.B. & Lim, G.H. (2011). Measures of Diagnostic Accuracy: Sensitivity, Specifity, PPV and NPV. *Proceedings of Singapore Healthcare*, Vol. 20, No. 4, Hlm. 316-318.

Yatim, F. (2005). *Penyakit Kandungan, Myoma, Kanker Rahim/Leher Rahim, serta Gangguan lainnya*. Jakarta: Pustaka Populer Obor. Cet.1.

Yeung, et al. (2010). *Sensitivity Analysis for Neural Network*. London: Springer.

Yuliana, M.S. & Suariyani, N. (2013). Evaluasi Program Vaksinasi Kanker Serviks di Kabupaten Badung Tahun 2012. *Jurnal Fak. Kedokteran Universitas Udayana*. Bandung: Community Healt 3 Juli 2013, Vol.1, No 1. Hlm. 195-196.

<http://www.asiancancer.com/indonesian/cancer-symptoms/cervical-cancer-symptoms/> (diakses pada tanggal 10 Desember 2014 pukul 21.06).