

APLIKASI DETEKSI PENYAKIT TUMBUHAN JERUK MANIS BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *BAYESIAN BELIEF NETWORK*

Indra Saputra Ginting¹

Prodi Teknik Informatika STMIK Budi Darma, Medan, Indonesia
Jl. Sisingamangaraja No. 338, Medan, Indonesia

Abstrak

Tanaman jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda yang mendatangkan jeruk manis dari Amerika dan Itali. Namun, dalam budidayanya petani jeruk manis sering kali mengalami masalah rentan dan peka terhadap penyakit maupun serangan hama. Penyakit-penyakit pada jeruk manis tersebut dapat menyerang bagian buah dan daun jeruk manis yang menyebabkan pembusukan pada buah dan daun yang dapat menyebabkan menurunnya hasil panen petani jeruk manis. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengidentifikasi penyakit pada tanaman jeruk manis dan memberikan cara menanganinya.

Kata Kunci : Jeruk, Android, Bayesian

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Karo merupakan sentra tanaman jeruk di Sumatera utara, dengan luas 2.127,25 km² dan berpenduduk kurang lebih 500.000 jiwa. Kabupaten Karo berada di ketinggian antara 600 meter sampai 1.400 meter di atas permukaan laut. Petani jeruk sering kali mengalami masalah rentan dan peka terhadap penyakit maupun serangan hama, akibatnya penyakit yang sering kali menyerang tanaman jeruk, tumbuhan jeruk manis sering kali mengalami pembusukan pada buah, batang, akar dan daun. Penyakit jeruk manis sering kali terjadi dan menyebabkan menurunnya hasil panen petani jeruk dan merugikan para petani jeruk manis. Hingga saat ini petani jeruk masih belum optimal dalam penanganan penyakit tumbuhan jeruk manis. Dikarenakan kurangnya pemahaman tentang penyakit jeruk manis dan sulitnya untuk mencari buku tentang tanaman jeruk manis. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem informasi yang berupa aplikasi untuk membantu petani menangani masalah yang terjadi pada saat ini.

Setelah melakukan pencarian beberapa buku tentang tanaman jeruk manis, maka pemilihan metode Bayesian Belief Network adalah salah satu metode yang dapat membantu dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman jeruk manis dan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Metode Bayesian Belief Network merupakan metode yang baik dalam machine learning berdasarkan data training. Dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Metode Bayesian Belief Network (BBN) terbagi atas dua kunci yang menjadi representasinya, yaitu sebuah directed acyclic graph (DAG) dan conditional probability table (CPT). Dua kunci ini yang menjadikan BBN memiliki kelebihan dibanding metodologi yang lain, karena sifatnya yang mengakomodasi perhitungan kualitatif dan kuantitatif. Selain itu, BBN dapat digunakan untuk memperbarui nilai probabilistic secara tepat.

Penelitian tentang penyakit tanaman khususnya pada tanaman jeruk manis sudah pernah dilakukan sebelumnya. Beberapa diantaranya adalah klasifikasi daun tanaman *citrus x sinensis* dengan menggunakan metode *neural network*. Penelitian ini mencoba mengklasifikasi daun-daun, buah, dan batang pada tanaman jeruk manis, baik yang sehat, yang terkena penyakit atau bercak daun dengan menggunakan citra daun pada bagian atas dengan menerapkan metode Neural Network (NN). Dari hasil percobaan tahap klasifikasi menggunakan neural network didapatkan hasil akurasi daun rusak parah 83% daun rusak sedang 96% dan daun sehat 86% (Permata Endi, et al., 2014). Penelitian berikutnya yaitu Using Bayesian Belief Network for Prognosis & Diagnosis of Breast Cancer, penelitian ini melakukan survey utilitas bayesian network untuk mendukung pendeteksian kanker payudara dan metode ini digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan (Kharya S, et al., 2014). Berikutnya Selection of international molecular standards for DNA fingerprinting of jeruk manis yaitu program internasional yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan keragaman genetik koleksi plasma nutfah jeruk manis yang tersebar di seluruh wilayah Negara di dunia. Simple Sequence Repeat (SSR) merupakan alat yang paling tepat untuk mendeteksi DNA sidik jari (James A. Saunders, et al., 2004).

Pada penelitian ini, pengambilan citra akan dilakukan penelitian terhadap tanaman jeruk manis yang terduga terserang penyakit. Selanjutnya sistem akan memproses citra yang di dapat lalu mengeluarkan hasil identifikasi beserta cara menanganinya. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan algoritma Bayesian Belief Network. Yang digunakan untuk memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan metodologi yang lain, karena sifatnya yang mengakomodasi perhitungan kualitatif dan kuantitatif. Selain itu, BBN dapat digunakan untuk memperbarui nilai probabilistic.

II. TEORITIS

A. Citra

Citra merupakan hasil keseluruhan dari suatu sistem perekaman data. secara teoritis citra dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) macam, yaitu citra kontinu dan citra diskrit (citra digital). Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog. Contoh: mata manusia, kamera analog. Sedangkan citra digital dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu. Contoh: kamera digital, scanner. (Putra, Sistem Biometrika)

B. Algoritma Bayesian Belief Network (BN)

Bayesian Network atau Bayesian Belief Network merupakan suatu metode pemodelan data berbasis probabilitas yang merepresentasikan suatu himpunan variabel dan atribut yang saling berkorespondensi atau berhubungan melalui DAG (Directed Acyclic Graph). Bayesian Network memiliki dua tugas yaitu pembelajaran melalui DAG dan struktur dari bayesian network berupa jaringan (Friedman et al., 1997). Bayesian network didasarkan pada Teorema Bayes yaitu conditional probability (peluang bersyarat) yang dinotasikan dengan $P(A|B)$ artinya peluang keadaan A jika keadaan B telah terjadi. Berbeda dari naive bayes yang mengabaikan hubungan antar atribut atau variabel, pada Bayesian network antar variabel atau atribut bisa saling dependent atau berhubungan Rumus Teorema Bayes yaitu:

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

dimana :

$P(A|B)$ = disebut juga posterior probability, yaitu peluang A terjadi setelah B terjadi.

$P(B \cap A)$ = peluang B dan A terjadi bersamaan

$P(B|A)$ = disebut juga likelihood, yaitu peluang B terjadi setelah A terjadi.

$P(A)$ = disebut juga prior, yaitu peluang kejadian A

$P(B)$ = peluang kejadian B

Bayesian network digambarkan seperti graf yang terdiri dari simpul (node) dan busur (arc). Node menunjukkan variabel atau atribut beserta nilai probabilitasnya dan busur menunjukkan hubungan antar simpul. Ada pun langkah-langkah untuk menerapkan bayesian network yaitu :

1. Membangun struktur bayesian network
2. Menentukan parameter
3. Membuat Conditional Probability Table (CPT)
4. Membuat Joint Probability Distribution (JPD), untuk menghitung Joint

1. Probability Distribution adalah mengalikan nilai Conditional Probability dengan Prior Probability.
2. Menghitung Posterior Probabilistik, didapatkan dari hasil JPD yang telah diperoleh.

C. Tanaman Jeruk

Tanaman jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu,

jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda yang mendatangkan jeruk manis dari Amerika dan Itali. Jeruk atau limau adalah semua tumbuhan berbunga anggota marga Citrus dari suku Rutaceae (suku jeruk-jerukan). Anggotanya berbentuk pohon dengan buah yang berdaging dengan rasa masam yang segar, meskipun banyak di antara anggotanya yang memiliki rasa manis. Rasa masam berasal dari kandungan asam sitrat yang memang menjadi terkandung pada semua anggotanya. Jeruk manis telah lama dikenal sebagai buah dengan rasa segar dan bergizi. Jeruk manis dengan nama latin citrus aurantium adalah buah yang populer di masyarakat. Dengan rasanya yang asam-asam manis, buah jeruk manis dapat dikonsumsi dalam berbagai bentuk, baik segar maupun dibuat sari buah / jus.

III. ANALISA

A. Analisa Masalah

Analisa adalah langkah awal untuk rekayasa perangkat lunak. Pada tahapan ini menjelaskan apa yang dilakukan sistem, siapa yang menggunakannya dan kapan digunakan. Seperti yang dibahas pada bab sebelumnya bahwa terdapat beberapa proses yang harus dilalui untuk deteksi penyakit jeruk yaitu: (a) Memperoleh atau mengakuisisi citra digital (b) Mentrainging jeruk dari citra masukan. (c) Meng-ekstraksi citra jeruk (d) Deteksi Jeruk. Karena aplikasi yang akan dikembangkan adalah aplikasi training jeruk yang berorientasi pada *image based* maka diperlukan proses pengolahan citra digital agar tujuan dari setiap proses tercapai.

Algoritma Bayesian Network untuk training jeruk dimulai dengan membuat matriks kolom dari jeruk yang diinput ke dalam file. Rata-rata vector citra (mean) dari matriks kolom dihitung dengan cara membaginya dengan jumlah banyaknya citra yang disimpan di dalam file.

Langkah pertama adalah dengan mengisi variabel S dengan seluruh citra jeruk input:

1. Setiap citra ditransformasikan ke dalam vektor dengan ukuran N.
2. Tentukan nilai tengah atau mean.
3. Kemudian tentukan selisih antara citra input dengan citra mean.
4. Selanjutnya vektor orthonormal M, yang menunjukkan distribusi data.

Seperti pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan langkah-langkah training jeruk dengan metode Bayesian Network, representasikan semua matriks Bayesian Network menjadi matriks dengan bentuk $n \times 1$ atau matriks linier seperti yang ditunjukkan berikut ini:

$$\begin{bmatrix} x & y & z \\ u & v & w \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ u \\ v \\ w \end{bmatrix}$$



Citra Jeruk 1

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$$

Matrik Jeruk 1



Citra Jeruk 2

$$B = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Matriks Jeruk 2



Citra Jeruk 3

$$C = \begin{bmatrix} 6 & 6 & 6 \\ 6 & 6 & 6 \\ 6 & 6 & 6 \end{bmatrix}$$

Matrik Jeruk 3



Citra Jeruk 4

$$D = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

Matriks Jeruk 4

Berdasarkan ke empat matriks diatas, diperoleh matriks n x 1 dari matriks A, matriks B, matriks C, dan matriks D sebagai berikut :

$$A + B + C + D = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

Dari matriks diatas, jumlahkan jumlahkan seluruh barisnya sehingga diperoleh matriks berukuran 1 x (H x W). Setelah itu bagi matriks dengan jumlah citra (N) yang dalam contoh adalah dua untuk mendapatkan rata-rata flatvector (mean) sebagai berikut: Dari ke empat matriks tersebut akan diperoleh matriks ψ yang diperoleh dengan cara:

$$\psi = \frac{A+B+C+D}{4}$$

$$\psi = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} \div 4$$

$$= \frac{15+15+15+15+15+15+15+15+15}{4}$$

$$= 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3$$

Jadi nilai mean = (3 3 3 3 3 3 3 3 3)

Nilai mean citra akan digunakan untuk menghitung nilai Bayesian Network citra jeruk untuk Bayesian Network (pembelajaran).

Dengan memakai nilai mean citra di atas nilai untuk matriks yang sudah disusun tersebut dapat dihitung dengan mengurangi baris-baris pada matriks dengan nilai mean. Jika diperoleh nilai negatif, maka ganti nilainya dengan nol. Perhitungan nilai adalah sebagai berikut:

$$\begin{array}{r} (4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4) \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ (2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2) \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ (6 \ 6 \ 6 \ 6 \ 6 \ 6 \ 6 \ 6 \ 6) \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ \hline 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \end{array}$$

Matriks Citra Jeruk 1

Matriks Citra Jeruk 2

Matriks Citra Jeruk 3

Matriks Citra Jeruk 4

Matriks x-1 sampai matriks x-4 digabung untuk mendapatkan matriks untuk pembelajaran (Bayesian Network) dalam proses deteksi penyakit.

Untuk mengenali citra tes, langkah identifikasinya adalah hitung nilai matriks training dengan cara sebelumnya untuk penentuan nilai citranya.



$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 4 & 1 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} (4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 1 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4)$$

Selanjutnya matrik yang diperoleh test dikurangi dengan matrik mean:

$$\begin{array}{r} (4 \ 4 \ 4 \ 4 \ 1 \ 4 \ 4 \ 4 \ 4) \\ (3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3) \\ \hline (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) \end{array}$$

Jadi nilai Bayesian Network dari training adalah 111101111 Nilai Bayesian Network dari test digunakan untuk identifikasi dengan menentukan jarak terpendek dengan Bayesian Network dari nilai Bayesian Network dengan cara menentukan nilai absolut dari pengurangan baris I pada matriks nilai Bayesian Network citra dengan nilai Bayesian Network dari training dan jumlahkan dengan elemen penyusun vector yang dihasilkan dari pengurangan dan didapat jarak d indeks I dan cari nilai d yang paling kecil.

Berikut nilai matriks hasil Bayesian Network :

- 1 1 1 1 1 1 1 1 1 → Nilai matrik citra jeruk 1
- 0 0 0 0 0 0 0 0 0 → Nilai matrik citra jeruk 2
- 3 3 3 3 3 3 3 3 3 → Nilai matrik citra jeruk 3
- 0 0 0 0 0 0 0 0 0 → Nilai matrik citra jeruk 4

Perhitungan jarak antara Citra Jeruk-1 dengan training:

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 = 1 \end{array}$$

Perhitungan jarak antara Citra Jeruk-2 dengan training:

$$\begin{array}{r} 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \text{ nilai di absolut maka hasilnya} \\ \text{adalah : } 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 = 8 \end{array}$$

Perhitungan jarak antara Citra Jeruk-3 dengan training:

$$\begin{array}{r} 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 3 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 = 18 \end{array}$$

Perhitungan jarak antara Citra Jeruk-4 dengan training:

0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 1 1 1 1

-1 -1 -1 -1 0 -1 -1 -1 -1 nilai di absolut maka hasilnya adalah : 1 1 1 1 0 1 1 1 1 = 8

Dari perhitungan tersebut diperoleh:

1. Jarak citra-1 dengan training = 1
2. Jarak citra-2 dengan training = 8
3. Jarak citra-3 dengan training = 18
4. Jarak citra-4 dengan training = 8

Dari hasil perhitungan, diperoleh jarak citra jeruk-1 memiliki nilai terkecil (1), jeruk-2, jeruk-3 dan jeruk-4. Citra yang paling mirip dengan training adalah citra jeruk-2, dan jeruk-4. Karena ada dua jeruk yang mirip, ambil citra yang kedua sebagai citra jeruk yang paling mirip dengan citra training seperti pada Gambar



Gambar 1. Citra Jeruk Yang Paling Mirip Dengan Citra Training

Setelah melakukan perhitungan pada gambar diatas maka diketahui penyakit tanaman jeruk seperti contoh diatas adalah busuk akar dan pangkal batang.

IV. IMPLEMENTASI

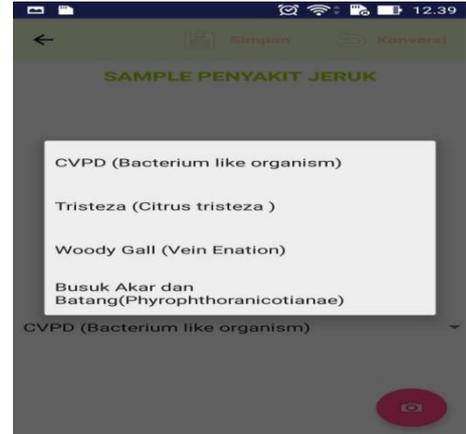
Berikut tampilan hasil dan pembahasan deteksi penyakit tanaman jeruk menggunakan Android :

Halaman utama aplikasi deteksi penyakit tanaman jeruk memiliki beberapa menu yaitu Sample Penyakit, Identifikasi Penyakit, Laporan Sample. Berikut tampilan halaman utama:



Gambar 2. Tampilan Halaman Utama

Halaman Sample Penyakit merupakan halaman untuk menginput gambar penyakit tanaman jeruk. Sample Penyakit dilakukan dengan cara memoto langsung melalui camera. Berikut tampilan Halaman Sample Penyakit:



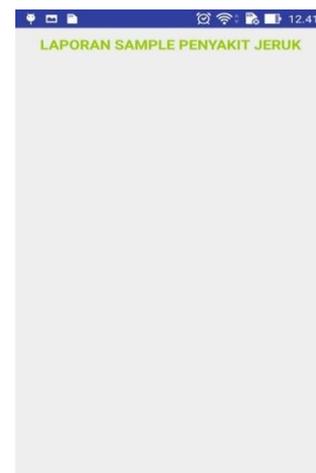
Gambar 3. Tampilan Halaman Sample Penyakit

Halaman Identifikasi Penyakit berfungsi untuk mengetahui apakah tanaman jeruk mengalami penyakit atau tidak yang foto melalui camera smartphone. Berikut tampilan halaman Identifikasi Penyakit:



Gambar 4. Tampilan Halaman Identifikasi Penyakit

Halaman Laporan sample berfungsi untuk menampilkan hasil identifikasi penyakit tanaman jeruk dalam bentuk nilai persentase. Halaman Laporan Sample dapat dijalankan bila telah menginput citra tanaman jeruk minimal 10 citra tanaman jeruk. Berikut tampilan halaman Laporan Sample :



Gambar 5. Tampilan Halaman Laporan Sample

Tabel 1. Pengujian Sample Penyakit

Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Nama Sample	Nama sample dapat diketik dan disimpan	Dapat diketik dan disimpan	Diterima
Klik tombol camera	Dapat input citra tanaman jeruk melalui camera	Dapat dilakukan baik menggunakan camera	Diterima

Tabel 2. Pengujian Identifikasi Penyakit

Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra tanaman jeruk melalui camera	Dapat Mengidentifikasi citra tanaman jeruk melalui camera	Dapat indetikasi citra tanaman jeruk melalui camera	Diterima

Tabel 3. Pengujian Laporan Sample

Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra tanaman jeruk sample dan citra tanaman jeruk mengidentifikasi penyakit	Menampilkan hasil jenis penyakit dan persentase	Menampilkan hasil jenis penyakit dan persentase	Diterima

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembahasan pada setiap bab dan sub bab dalam Skripsi ini, Maka penulis mengambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi deteksi penyakit tanaman jeruk melalui aplikasi berbasis Android dapat dilakukan melalui smartphone maupun melalui komputer
2. Penerapan metode Bayesian belief network dengan cara Membangun struktur bayesian network, Menentukan parameter Membuat Conditional Probability Table (CPT), Membuat Joint Probability Distribution (JPD), untuk menghitung Joint, Probability Distribution adalah mengalikan nilai Conditional Probability dengan Prior Probability. Menghitung Posterior Probabilistik, didapatkan dari hasil JPD yang telah diperoleh. Inferensi Probabilistik yaitu penelusuran yang dilakukan berdasarkan variabel input yang diberikan pengguna sehingga menghasilkan suatu nilai probabilitas.
3. Untuk merancang aplikasi berbasis android untuk mengidentifikasi maka Citra jeruk di-capture dengan menggunakan smartphond dan hasilnya adalah sebuah file citra dengan format .jpg. Menghitung Bayesian Network dari citra jeruk. Mencocokkan Bayesian Network citra jeruk dengan nilai Bayesian Network citra file dan mencari nilai yang paling mendekati.

REFERENCES

- [1] Putra, Darma. 2009. Sistem Biometrika (Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika). ANDI :Yogyakarta.

- [2] Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital Edisi Pertama. ANDI :Yogyakarta.
- [3] Zhou, Zonglin, Kwoh Chee Keong, "The Nearest Feature Midpoint: A Novel Approach for Pattern Classification", Intl. Journal of Information Tech-nology, Vol. 11, No. 1.
- [4] Li, Stan Z, Lu Juwei, "Face Recognition Using the Nearest Feature Line Methode", IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 10, No. 2, hal. 439 – 443, 1999.
- [5] Turk, M, Pentland A., "Eigenfaces for Recognition", Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, hal: 71–86, 1991.