

Diagnosa Penyakit Campak Pada Anak dengan Penerapan Metode Naïve Bayes

¹Melda Vandy Septiandika (121 065 1108)

² Dewi Lusiana, Ir. MT

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

Email : Peeyvand12@gmail.com

Abstrak

Kematian akibat campak sering terjadi pada anak dengan malnutrisi terutama di negara berkembang. Kelompok yang paling rentan untuk terkena penyakit ini adalah bayi dan anak-anak yang belum pernah mendapatkan imunisasi campak. Penyakit ini juga merupakan salah satu penyebab utama tingginya angka kesakitan dan angka kematian pada bayi dan anak-anak (A. A. Mahdi, 2011 : 336).

Algoritma Naïve Bayes merupakan algoritma yang memanfaatkan teori probabilitas, yaitu memprediksi probabilitas di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya. Naïve bayes dapat menghasilkan output yang sesuai karena metode ini dapat memberikan hasil diagnosis dengan nilai probabilitas kemunculan setiap jenis penyakit.

Hasil perhitungan dataset dengan metode Naïve Bayes didapatkan hasil Accuracy 87,5%, Precision sebesar 100%, dan Recall 87,5% dari 16 dataset, hal ini menunjukkan bahwa dari nilai tersebut tingkat klasifikasi dari data dalam pengelompokannya belum optimal, karena terdapat data yang terklasifikasi benar masuk ke klasifikasi salah dan data terklasifikasi salah masuk ke klasifikasi benar.

Kata Kunci : Campak, Naïve Bayes

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut laporan World Health Organization (WHO) tahun 2008 kematian campak yang meliputi seluruh dunia pada tahun 2007 adalah 197.000 dengan interval 141.000 hingga 267.000 kematian dimana 177.000 kematian terjadi pada anak-anak usia dibawah lima tahun. Lebih dari 95% kematian campak terjadi di negara-negara berpenghasilan rendah dengan infrastruktur kesehatan lemah (WHO, 2008 : 349-360). Meskipun imunisasi menurunkan jumlah kematian, namun di negara berkembang manifestasi penyakit campak seringkali lebih berat, dengan case fatality rate sebesar 25%, serta merupakan penyebab kematian pada 800.000 anak setiap tahunnya (WHO, 2008 : 349-360).

Dengan permasalahan yang ada, dapat disimpulkan bahwa kurangnya pengetahuan terhadap gejala-gejala campak yang muncul pada anak. Hal itulah yang menjadikan motivasi penulis untuk membuat suatu aplikasi berbasis website yang dapat membantu memberikan solusi cepat dan tepat dalam mendiagnosa penyakit campak pada anak berdasarkan masalah-masalah yang dikeluhkan atau gejala yang diderita pasien dengan menggunakan metode metode Naïve Bayes dalam memberikan pemecahan masalah untuk mendiagnosa penyakit campak terhadap anak.

1.2 Tujuan

Adapun manfaat dalam penelitian yaitu :

1. Membangun sebuah sistem untuk memprediksi kemungkinan seorang anak terdiagnosa penyakit campak atau tidak berkaitan dengan inputan yang dimasukkan.
2. Menerapkan metode Naïve Bayes untuk mendiagnosa penyakit campak pada anak berdasarkan gejala-gejala yang timbul.

3. Menerapkan metode Naïve Bayes dalam pembuatan sistem diagnosa penyakit campak berbasis web.

1.3 Manfaat

a. Bagi Peneliti

1. Dapat memberikan referensi tentang salah satu metode untuk memprediksi penyakit campak pada anak.
2. Peneliti dapat mengetahui tingkat keakuratan metodologi yang digunakan untuk memprediksi seseorang terkena penyakit campak.

b. Bagi Mahasiswa

1. Semoga penelitian ini dapat memberikan gagasan baru bagi mahasiswa untuk mengembangkan dan merancang aplikasi menggunakan metode Naive Bayes yang nantinya dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

c. Bagi Masyarakat

1. Dapat mengetahui apakah sang buah hati terdiagnosa penyakit campak atau tidak.
2. Dapat memberikan pengetahuan tentang gejala umum yang timbul saat anak terkena penyakit campak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Gagal Ginjal Dengan Menggunakan Metode Bayes (Rahayu.2013)

Menurut pada penelitian yang dilakukan terdapat tujuan yang akan dicapai adalah untuk membuat aplikasi sistem pakar yang berguna sebagai alat bantu untuk mendapatkan informasi dan dugaan awal dalam mendiagnosa penyakit gagal ginjal. Hasil dalam penelitian ini adalah sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit gagal ginjal dengan menggunakan metode bayes dapat menyelesaikan masalah diagnosis penyakit gagal ginjal, karena

dapat memberikan hasil diagnosis dengan nilai probabilitas kemunculan setiap jenis penyakit. Dari perhitungan maka dapat dipastikan bahwa pasien menderita penyakit gagal ginjal kronis dengan nilai 63.922%.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Arsitektur / Desain Sistem

Dalam pengerjaan tugas akhir ini diperlukan langkah-langkah kegiatan penelitian untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk itu penulis merencanakan suatu langkah-langkah yang dapat memaksimalkan dalam pengerjaan tugas akhir ini dengan menerapkan waterfall.

3.1 Implementasi Naïve Bayes

Setelah data terkumpul kemudian dilakukan penentuan data training dan testing serta penentuan kelas yaitu terkategori sebagai "Terdiagnosa penyakit campak" dan "Tidak terdiagnosa penyakit campak". Dalam perhitungan bayes ini terdapat beberapa variabel untuk mendiagnosa penyakit campak pada anak, berdasarkan atas gejala-gejala yang timbul.

Setelah variabel ditentukan kemudian mencari nilai probabilitas sesuai dengan soal atau permasalahan yang dihadapi, sebagai contoh seorang anak demam tinggi, hidung meler serta diikuti batuk, memiliki bitnik/ruam sekujur tubuh, dan memiliki bengkak pada leher belakang. Dari kasus yang dihadapi tersebut apakah sang anak tersebut terdiagnosa penyakit campak atau tidak, dan apabila terdiagnosa penyakit campak, jenis apakah yang menyerang anak tersebut?

Tabel 3.3 Tabel Posterior Terdiagnosa dan Tidak Terdiagnosa

CAMPAK	Terdiagnosa	Tidak Terdiagnosa	Variabel	Posterior	
				Terdiagnosa	Tdk Terdiagnosa
RUBEOLA	6	6	12	0.50	0.50
REBULLA	6	6	12	0.50	0.50

$$\text{Posterior Terdiagnosa} = \frac{\text{Data Terdiagnosa}}{\text{Data Terdiagnosa} + \text{Data Tidak Terdiagnosa}} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{Posterior Tdk Terdiagnosa} = \frac{\text{Data Tidak Terdiagnosa}}{\text{Data Terdiagnosa} + \text{Data Tidak Terdiagnosa}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dari tabel diagnosa dan tidak terdiagnosa diketahui bahwa variabel campak rubeola memiliki 12 variabel dimana terdapat 6 posterior terdiagnosa dan 6 posterior tidak terdiagnosa sehingga didapat posterior terdiagnosa 6/12 = 0.50 dan posterior tidak terdiagnosa 6/12 = 0.50. Sedangkan pada variabel campak rubella terdapat 12 variabel dimana terdapat 6 posterior terdiagnosa dan 6 posterior tidak terdiagnosa sehingga didapat posterior terdiagnosa 6/12 = 0.50 dan posterior tidak terdiagnosa 6/12 = 0.50.

a. Campak Rubeola

$$\begin{aligned} 1. \text{ Posterior Terdiagnosa} &= P(\text{Terdiagnosa}) * \\ &P(\text{Demam} | \text{Terdiagnosa}) * P(\text{Hidung Meler} | \\ &\text{Terdiagnosa}) * P(\text{Batuk} | \text{Terdiagnosa}) * \\ &P(\text{Bercak} | \text{Terdiagnosa}) \\ &= 0.50 \times \left(\frac{12}{12} \times \frac{7}{12} \times \frac{7}{12} \times \frac{12}{12}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0.50 \times 1.00 \times 0.58 \times 0.58 \times 1.00 \\ &= 0.170 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Posterior Tidak Terdiagnosa} &= P(\text{Tidak} \\ &\text{Terdiagnosa}) * P(\text{Demam} | \text{Tidak Terdiagnosa}) * \\ &P(\text{Hidung Meler} | \text{Tidak Terdiagnosa}) * P(\text{Batuk} | \\ &\text{Tidak Terdiagnosa}) * P(\text{Bercak} | \text{Tidak} \\ &\text{Terdiagnosa}) \\ &= 0.50 \times \left(\frac{10}{12} \times \frac{8}{12} \times \frac{9}{12} \times \frac{3}{12}\right) \\ &= 0.50 \times 0.83 \times 0.67 \times 0.75 \times 0.25 \\ &= 0.052 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Kemudian setelah nilai *likelihood* telah

ditemukan (0.170 $\times 10^{-5}$ untuk terdiagnosa dan 0.052 $\times 10^{-5}$ untuk tidak terdiagnosa), mencari nilai probabilitas masing-masing dengan membagikan masing-masing *likelihood* dengan hasil jumlah antara kedua *likelihood*, berikut ini merupakan perhitungan mencari nilai probabilitas :

$$\begin{aligned} \text{Probabilitas Terdiagnosa} &= \frac{\text{status terdiagnosa}}{\text{jumlah keseluruhan data}} \dots\dots\dots (3.3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Probabilitas Tidak Terdiagnosa} &= \frac{\text{status tidak terdiagnosa}}{\text{jumlah keseluruhan data}} \dots\dots\dots (3.4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ Probabilitas Terdiagnosa} &= 0.170 \times 10^{-5} / \\ &(0.170 \times 10^{-5} + 0.052 \times 10^{-5}) \\ &= 0.170 \times 10^{-5} / 0.222 \times 10^{-5} = 0.766 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Probabilitas Tdk Terdiagnosa} &= 0.052 \times 10^{-5} / \\ &(0.170 \times 10^{-5} + 0.052 \times 10^{-5}) \\ &= 0.052 \times 10^{-5} / 0.222 \times 10^{-5} = 0.234 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, probabilitas tidak lebih besar daripada probabilitas terdiagnosa, sehingga dapat disimpulkan bahwa kasus yang terjadi pada anak tersebut **terdeteksi penyakit campak rubeola**.

Kemudian setelah nilai *likelihood* telah ditemukan (0.161 $\times 10^{-5}$ untuk terdiagnosa dan 0.016 $\times 10^{-5}$ untuk tidak terdiagnosa), mencari nilai probabilitas masing-masing dengan membagikan masing-masing *likelihood* dengan hasil jumlah antara kedua *likelihood*, berikut ini merupakan perhitungan mencari nilai probabilitas :

$$\begin{aligned} \text{Probabilitas Terdiagnosa} &= \frac{\text{status terdiagnosa}}{\text{jumlah keseluruhan data}} \dots\dots\dots (3.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Probabilitas Tidak Terdiagnosa} &= \frac{\text{status tidak terdiagnosa}}{\text{jumlah keseluruhan data}} \dots\dots\dots (3.6) \end{aligned}$$

$$1. \text{ Probabilitas Terdiagnosa}$$

$$= 0.142 \times 10^{-5} / (0.142 \times 10^{-5} + 0.017 \times 10^{-5})$$

$$= 0.142 \times 10^{-5} / 0.159 \times 10^{-5}$$

$$= 0.891$$

2. Probabilitas Tdk Terdiagnosa

$$= 0.017 \times 10^{-5} / (0.142 \times 10^{-5} + 0.017 \times 10^{-5})$$

$$= 0.017 \times 10^{-5} / 0.159 \times 10^{-5}$$

$$= 0.109$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, probabilitas terdiagnosa lebih besar daripada probabilitas tidak terdiagnosa, sehingga dapat disimpulkan bahwa kasus yang terjadi pada anak tersebut **terdeteksi penyakit campak rubella**.

Hasil diagnosa pada kasus diatas adalah anak tersebut terdeteksi/terdiagnosa penyakit campak rubella, hal ini dikarenakan hasil terdiagnosa campak rubella \geq campak rubeola yaitu $0.891 \geq 0.766$ sehingga anak tersebut terdeteksi campak rubella. Namun, hasil diagnosa ini hanyalah sebuah informasi agar orang tua mengetahui lebih cepat apakah sang anak terserang penyakit campak atau bukan. Keputusan tetaplah berada ditangan ahli (dokter/rekan medis), sistem yang dihasilkan dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat membantu para orang tua untuk mengetahui penyakit sang anak terutama untuk mendiagnosa penyakit campak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Algoritma Naïve Bayes Classifier pada Aplikasi

Aplikasi dibuat berdasarkan kasus yang ada, sehingga untuk setiap data yang diinputkan akan dilakukan proses perhitungan untuk mengetahui hasil diagnosis deteksi dini penyakit campak. Berikut ini adalah penerapan naïve bayes pada aplikasi :

1. Inputan data

Inputan data pada menu cek campak adalah nama balita dan gejala-gejala yang timbul. Berikut ini adalah gambaran dari inputan data tersebut :

Gambar 4.2 Inputan Data

2. Posterior

Mencari nilai posterior untuk setiap gejala yang timbul, berikut ini adalah gambaran dari penerapan posterior untuk setiap gejalanya :

Gambar 4.3 Posterior Gejala

3. Likelihood Posterior dan Probabilitas

Dari data posterior yang diperoleh kemudian mencari nilai likelihood yang ada untuk variable. Dari nilai likelihood yang dihasilkan akan dicari nilai probabilitas untuk mengetahui hasil diagnosis dari gejala yang telah timbul. Berikut ini adalah penerapan didalam aplikasi :

Gambar 4.4 Likelihood Posterior Gejala dan Probabilitas

4. Hasil Diagnosis

Hasil diagnosis ini diperoleh dari perbandingan antara kedua probabilitas untuk setiap jenis campak. Berikut ini adalah penerapan dalam aplikasi :

Gambar 4.5 Hasil Diagnosis Campak dari hasil Probabilitas

Dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan naïve bayes diatas adalah terdiagnosis rubeola.

4.2 Proses Uji Sistem

Hasil dari analisa menggunakan hasil keputusan dari 16 dataset didapat dari polindes berdasarkan gejala yang timbul, maka dilakukan kinerja rata-rata *Accuracy* sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual adalah sebagai berikut :

No	Tanggal Cek	No Kurungan	Nama Anak	Hasil Diagnosis
1	2016-09-03	04	ANGGUN ADITYA TRI LESTARI	Terdiagnosa Rubella
2	2016-09-03	05	ATIA QODTRUNNADA	Terdiagnosa Rubella
3	2016-09-01	06	DHELLA IZZAH AFQORINA	Terdiagnosa Rubella
4	2016-10-14	07	DINDA AYU LAILIA FITRI	Terdiagnosa Rubella
5	2016-10-14	08	ELOK FAIQOTUL HIMA	Terdiagnosa Rubella
6	2016-10-14	09	FADHILAH NOER ZANNAH	Terdiagnosa Rubella
7	2016-10-14	10	FEBRIYANTI PUSPITASARI	Terdiagnosa Rubella
8	2016-10-14	11	FIVI NURAINI	Terdiagnosa Rubella
9	2016-10-14	12	HAFIFATUS SYABLA	Terdiagnosa Rubella
10	2016-10-14	13	IDA NUR KHOLIFAH	Terdiagnosa Rubella
11	2016-10-14	14	IZZATUL LUTFIYAH	Tidak Terdiagnosa
12	2016-10-14	15	JAMILATUL RAUDLAH	Terdiagnosa Rubella
13	2016-10-14	17	JENNI BELLA MARGARETHA WIDODO	Terdiagnosa Rubella
14	2016-10-14	18	MOCH. FIKRI ALI MASYHURI	Terdiagnosa Rubella
15	2016-10-14	19	PINGKY PUTRI RAHAYU	Terdiagnosa Rubella
16	2016-10-14	20	RAHMAD ZAINULLAH	Terdiagnosa Rubella

Gambar 4.6 Hasil Diagnosis Aplikasi Secara Keseluruhan

Tabel 4.8 Diagnosis Secara Keseluruhan

No	Nama Anak	Hasil Diagnosis
1	ANGGUN ADITYA TRI LESTARI	RUBELLA
2	ATIA QODTRUNNADA	RUBEOLA
3	DHELLA IZZAH AFQORINA	RUBEOLA
4	DINDA AYU LAILIA FITRI	RUBEOLA
5	ELOK FAIQOTUL HIMA	RUBEOLA
6	FADHILAH NOER ZANNAH	RUBEOLA
7	FEBRIYANTI PUSPITASARI	RUBEOLA
8	FIVI NURAINI	RUBEOLA
9	HAFIFATUS SYABLA	RUBEOLA
10	IDA NUR KHOLIFAH	RUBEOLA
11	IZZATUL LUTFIYAH	Tidak Terdiagnosa
12	JAMILATUL RAUDLAH	Tidak Terdiagnosa
13	JENNI BELLA MARGARETHA WIDODO	Tidak Terdiagnosa
14	MOCH. FIKRI ALI MASYHURI	RUBEOLA
15	PINGKY PUTRI RAHAYU	RUBEOLA
16	RAHMAD ZAINULLAH	RUBEOLA

Tabel 4.9 Data Nilai Accuracy, Recall dan Presisi

ID	NAMA ANAK	HASIL SISTEM	HASIL DIAGNOSIS MEDIS	KETERANGAN
1	ANGGUN ADITYA TRI LESTARI	RUBELLA	RUBELLA	TP
2	ATIA QODTRUNNADA	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
3	DHELLA IZZAH AFQORINA	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
4	DINDA AYU LAILIA FITRI	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
5	ELOK FAIQOTUL HIMA	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
6	FADHILAH NOER ZANNAH	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
7	FEBRIYANTI PUSPITASARI	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
8	FIVI NURAINI	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
9	HAFIFATUS SYABLA	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
10	IDA NUR KHOLIFAH	RUBEOLA	RUBEOLA	TP
11	IZZATUL LUTFIYAH	Tidak Terdiagnosa	Tidak Terdiagnosa	TP
12	JAMILATUL RAUDLAH	RUBEOLA	Tidak Terdiagnosa	FP
13	JENNI BELLA MARGARETHA WIDODO	RUBEOLA	Tidak Terdiagnosa	FP
14	MOCH. FIKRI ALI MASYHURI	RUBEOLA	RUBEOLA	TP

Tabel 10 Perhitungan Nilai Accuracy, Recall dan Presisi

TP (True Positif)	FP (False Positif)
14	2
FN (False Negatif)	TN (True Negatif)
0	0

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$= \frac{14+0}{14+0+2+0}$$

$$= 0,875 * 100 \%$$

$$= 87,5 \%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\frac{14}{14+0}$$

$$= 1 * 100 \%$$

$$= 100 \%$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$= \frac{14}{14+3}$$

$$= 0,875 * 100 \%$$

$$= 87,5 \%$$

Tabel 4.9 adalah perhitungan Nilai Accuracy, Recall dan Presisi yang di dapatkan nilai TP yaitu data benar yang terklasifikasikan menjadi data benar sebesar 14, nilai FP yaitu data benar terklasifikasi salah sebesar 2, nilai FN data salah tidak di klasifikasikan salah sebesar 0 dan nilai TN adalah data yang tidak di klasifikasikan benar sebesar 0, sehingga menghasilkan nilai Accuracy sebesar 87,5%, recall sebesar 100%, dan presisi sebesar 87,5%.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat ketepatan data yang tinggi dan dapat mengklasifikasi data dengan baik, namun belum optimal dikarenakan masih terdapat kategori yang terklasifikasi kedalam kategori lainnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari uji coba dan analisa yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem memiliki selisih yang tipis dengan hasil diagnosis berdasarkan data yang ada. Dengan status menderita penyakit campak rebulla 1 Anak, menderita penyakit campak rubeola 10 Anak dan tidak terdiagnosis 3 Anak.
2. Hasil perhitungan dataset dengan metode Naïve Bayes didapatkan hasil Accuracy 87,5%, Precision sebesar 100%, dan Recall 87,5% dari 16 dataset, hal ini menunjukkan bahwa dari nilai tersebut tingkat klasifikasi dari data dalam pengelompokannya belum optimal, karena terdapat data yang terklasifikasi benar masuk ke klasifikasi salah dan data terklasifikasi salah masuk ke klasifikasi benar.
3. Dari Pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa secara fungsional system telah memberikan hasil dari setiap proses sesuai dengan yang diharapkan dan sistem memiliki tingkat ketepatan yang tinggi dan masih terdapat kategori yang terklasifikasi kedalam kategori lainnya.

5.2 Saran

Dengan segala kelebihan yang terdapat pada proyek akhir ini, tidak terlepas dari kekurangan yang tentunya sangat diharapkan adanya saran-saran yang

mendukung proses penyempurnaannya. Penulis ingin memberikan beberapa saran yang mungkin dapat membantu dalam pengembangan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan selanjutnya, penulis menyarankan penggunaan metode lain seperti Fuzzy, Topsis, K-means, ataupun metode lainnya.
2. Menambah variable baru yang ditambah dalam proses gejala maupun penyakit. Semakin banyak variable yang digunakan, maka akan menghasilkan hasil keputusan yang lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Mahdi, A. M. Razali and A. A. Salih, "The Diagnosis of Chicken Pox and Measles Using Fuzzy Relations," *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, pp. 679-686, 2011.
- Abidin, Taufik Fuadi.2009. "Naive Bayesian Classifier", Jurusan Informatika Unsyiah.bahan kuliah Data Mining program study Informatika FMIPA-Unsyiah
- Angga, Asfan Candra. 2014. *Diagnosa Penyakit Sinusitis Menggunakan Metode Algoritma Genetika Dan Bayesian Berbasis Jsp*. Surabaya : ITS Surabaya
- Basuki,Ahmad. 2006, "Metode Bayes", PENSITS, Surabaya.
- Gershon AA. Meas'es. Dalam : *Mandell ed. Principles and practice of infectious diseases*; 5th ed. London : Churchill Livingstone, 2000; 132-4.
- Handayani, L dan Sutikno, T. 2008. *Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit THT Berbasis Web dengan "e2gLite Expert System Shell"*. Jurnal Teknologi Industri, Volume 12, Nomor 1.
- Hariyanto, B, 2004, *Sistem Manajemen Basis Data*, Bandung : Penerbit Informatika.
- Haryanto.2012. *Penerapan Naive Bayes Classifier Pada Sistem Pakar Untuk Klasifikasi Bakteri Escherichis Coli*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- J.Klein,"*Rubella (German Measles)*," 2012 <http://kidshealth.org/parent/infections/skin/germanmeasles>. Diakses 23 Maret 2016.
- Krugman S, Katz SL, Gershon AA, Wilfert CIV!, eds. *Measles (Rubeola)*. *Infectious Disease of Children*. St Louis: The Mosby Co, 1992; 223-45 .
- Krugman S, Katz SL, Gershon AA, Wilfert CIVI, eds. *Measles (Rubeola)*. *Infectious Disease of Children*. St Louis: The Mosby Co, 1992; 223-45.
- Kusrini & Emha Taufiq Luthfi.2009. *Algoritma Data Mining*, Penerbit Andi Yogyakarta.
- Maryuni,Bekti.2015. *Aplikasi Android Untuk Mendeteksi Penyakit Saluran Kemih Menggunakan Algoritma Naive Bayes*. Jember : Politeknik Negeri Jember.
- Perdana, Yudi.2009. *Klasifikasi berita berbahasa Indonesia menggunakan naive bayes classifier*. Jurnal Nasional FPMIPA UPI.
- Prasetyo, Eko.2014. *Perbandingan K-Support Vector Nearest Neighbor Terhadap Decision Tree Dan Naive Bayes*. Surabaya : Universitas Bayangkara Surabaya.
- Rahayu,Sri.2013.*Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Gagal Ginjal Dengan Menggunakan Metode Bayes*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- Setiawan, I Made. *Penyakit Campak*. Jakarta : PT Sagung Seto; 2008.
- Whitten. 2004. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 6th edition. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ.
- WHO, "Rubella Vaccines: WHO Position Paper," *Weekly Epidemiological Record*, pp. 349-360, 15 July 2008.
- WHO. *World health Statistics 2011* (http://www.who.int/csr/don/2011_04_21/en/) Diakses 23 Maret 2016.
- Yakub,Suardin.2008. *Sistem Pakar Deteksi Penyakit Diabetes Mellitus dengan Menggunakan Pendekatan Naive Bayesian berbasis Web*. Medan : Universitas Sumatera Utara.