

Sistem *Fuzzy* Pendukung Keputusan untuk Diagnosa Kanker Payudara

I Made Agus Wirawan
Jurusan Pendidikan Teknik Informatika
Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja – Bali, Indonesia
e-mail: imade.aguswirawan@gmail.com

Abstract—In recent years, Artificial Intelligence methods have largely been applied in various fields including medical applications. Breast cancer is the cause of death worldwide, especially among women. To make a diagnosis of breast cancer, a doctor had difficulty in determining the risk status of breast cancer. This study aims to develop a decision support system (DSS) based fuzzy to help doctors classify the risk of breast cancer. The system has six input variables (*Her2*, hormone receptors, age, tumor grade, tumor size, lymph node and) and one output variable (risk status). This system uses a model inference Mamdani (max), where each value of each rule generated from several *tNorm* implications method such as *tNorm Zadeh*, *tNorm Dombi*, *tNorm DuboisPrade*, *tNorm Yager*, *tNorm Product*, and *tNorm EinsteinProduct*. Defuzzification method are used is centroid method. Based on the tests performed, Risk Status value obtained is 2.7089 for *tZadeh*, *tDombi*, *tYager* and *tProduct*. Risk Status for *tDubois Prade* is 2.86, while for *tEinstein Product*, Risk status is 3.35. In further research, this system can be applied to other types of cancer or using other inference methods for the preferences of the previous case.

Keywords—Breast Cancer, Mamdani inference, Centroid method, Fuzzy Logic, *tNorm Zadeh*, *tNorm Dombi*, *tNorm DuboisPrade*, *tNorm Yager*, *tNorm Product*, and *tNorm EinsteinProduct*, Decision Support System.

I. PENDAHULUAN

Metode *Artificial Intelligence*, beberapa tahun ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang salah satunya adalah dibidang medis. Di bidang medis, banyak sistem pendukung keputusan (DSS) yang telah dibuat, seperti *Asphelp*, *Internist I*, *Mycin*, *Emycin*, *Casnet/Glaucoma*, *Pip*, *Dxplain*, *Quick Medical Reference*, *Isabel*, *Refiner Series System* dan *PMA* [1,2,3,4,5,6] yang membantu dokter dalam membuat keputusan dalam mendiagnosis dan mengobati suatu penyakit. Dalam manajemen kanker banyak DSS telah dikembangkan seperti *ONCOCIN* [1], *OASIS*, *Lisa* [7,8].

Diagnosis penyakit melibatkan beberapa tingkat ketidakpastian dan ketidaktepatan [9]. Menurut Aristotelian suatu pernyataan memiliki dua nilai logika: benar-salah, hitam-putih, 1-0. Dalam kehidupan nyata, suatu pernyataan tidak hanya bernilai hitam atau putih, tapi juga abu-abu. Ketidakpastian sekarang dianggap penting untuk ilmu pengetahuan dan logika fuzzy adalah cara untuk memodelkan dan menangani penggunaan bahasa alami. Logika fuzzy merupakan sebuah pendekatan komputasional kualitatif. Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk

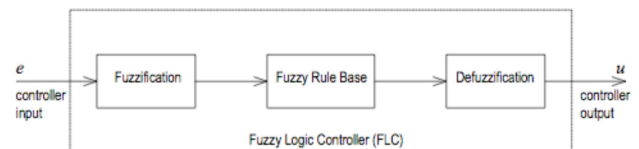
linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat" (Zadeh 1965).

Kanker payudara merupakan penyebab utama kematian di dunia. Meningkatnya penderita kanker payudara dikarenakan oleh pergeseran gaya hidup. Diperkirakan 14,1 juta orang menderita kanker pada 2012, atau naik dari 12,7 juta dari tahun 2008. Angka ini naik lebih dari 20 persen dari tahun 2008 [10]. Dalam membuat suatu diagnosis penyakit kanker payudara, seorang dokter menggunakan beberapa gejala – gejala klinis untuk menentukan resiko penyakit kanker payudara yang diderita oleh seorang pasien. Namun dokter kesulitan dalam menentukan nilai risk status dari penyakit kanker payudara. Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya oleh Saleh, et al, 2011, dimana dalam penelitiannya mengimplementasikan sebuah sistem fuzzy pendukung keputusan dalam manajemen penyakit kanker payudara dengan menggunakan metode inferensi mamdani [11].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, peneliti mengusulkan pengembangan dari sistem yang telah dilakukan oleh Saleh, et al, yaitu dengan menambahkan metode implikasi interseksi *tNorm Zadeh*, *tNorm Dombi*, *tNorm DuboisPrade*, *tNorm Yager*, *tNorm Product*, dan *tNorm EinsteinProduct* dalam membuat suatu keputusan diagnosa klinis beserta tingkat risk status dari setiap pasien. Sistem ini akan dikembangkan dalam bahasa pemrograman java.

II. STRUKTUR SISTEM LOGIKA FUZZY

Sistem logika fuzzy dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1 Struktur Sistem Logika Fuzzy
Sumber [12]

yang terdiri dari modul-modul pendukung [12]:

1. *Fuzzification*: operasi ini mengubah masukan nilai crisp atau nilai diukur kedalam konsep linguistik dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang cocok.
2. *Mesin Inferensi dan basis aturan*: Setelah *Fuzzification*, sekumpulan nilai *fuzzy* yang sesuai dibawa ke mesin inferensi untuk diproses dengan

menggunakan aturan-aturan yang diambil dari basis aturan yang sudah ditentukan oleh pakar.

3. *Defuzification*: hasil dari inferensi fuzzy adalah himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi sekumpulan output nilai *fuzzy* dari masing-masing aturan. Untuk dapat digunakan dalam dunia nyata, output *fuzzy* perlu diubah ke dalam nilai *crisp* dengan menggunakan *defuzzifier* sesuai dengan fungsi keanggotaan yang cocok.

III. DESAIN SISTEM

Pada bagian ini, akan dipaparkan perancangan sistem *fuzzy* pendukung keputusan (DSS), fungsi keanggotaan, *fuzzy* berbasis aturan, *fuzzification* dan *defuzzification*. Aplikasi yang paling penting dari sistem *fuzzy* (*fuzzy logic*) adalah dalam penanganan masalah-masalah yang tidak pasti. Langkah pertama dalam merancang *Fuzzy DSS* adalah menentukan variabel input dan output. Berdasarkan pada *Oncology Center Mansoura University (OCMU)* dalam paper [11], ada enam variabel input dan satu variabel output yang digunakan, untuk variabel input yaitu: *HER2*, *Hormone Receptor*, *Risk Age*, *Tumor Grade*, *Lymph Node*, dan *Tumor Size*. Untuk variabel output yaitu Risk Status.

3.1. Fuzzification

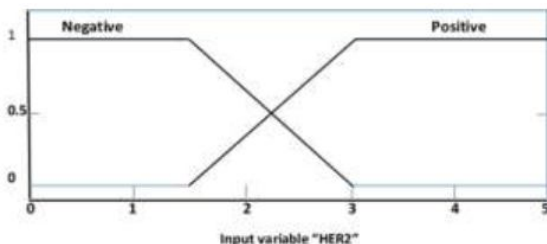
Pada tahap ini ditentukan fungsi keanggotaan dari masing – masing variabel input dan variabel output.

3.1.1. Variabel Input:

1. *HER2*: Singkatan "*Human Epidermal growth factor Receptor 2*" merupakan protein yang memberikan agresivitas yang lebih tinggi pada kanker payudara. Hal ini memiliki dua himpunan *fuzzy* yakni *Negative* dan *Positive*. Fungsi keanggotaan dari variabel ini menggunakan fungsi trapesium. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel *HER2* dapat dilihat pada persamaan (1) - (2):

$$\mu_{\text{Negative}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 1.5 \\ \frac{3-x}{1.5} & 1.5 < x < 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases} \dots\dots(1)$$

$$\mu_{\text{Positive}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 1.5 \\ \frac{x-1.5}{1.5} & 1.5 < x < 3 \\ 1 & x \geq 3 \end{cases} \dots\dots(2)$$



Gambar 2. *Membership Functions* untuk variabel *HER2*

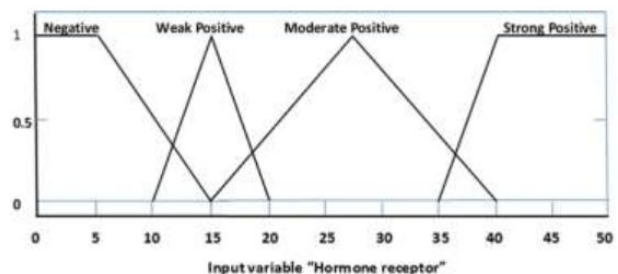
2. *Hormone Receptor*: *hormon* yang mengidentifikasi sensitivitas dari payudara. Variabel input ini memiliki empat himpunan *fuzzy* : *Negative*, *Weak Positive*, *Moderat Positive* dan *Strong Positive*. Fungsi keanggotaan *Negative* dan *Strong Positive* adalah trapesium, fungsi keanggotaan *Weak Positive* dan *Moderat Positive* adalah segitiga. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel pada persamaan (3) – (6):

$$\mu_{\text{Negative}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 5 \\ \frac{15-x}{10} & 5 < x < 15 \\ 0 & x \geq 15 \end{cases} \dots\dots(3)$$

$$\mu_{\text{Weak Positive}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{5} & 10 < x < 15 \\ 1 & x = 15 \\ \frac{20-x}{5} & 15 < x < 20 \\ 0 & x \geq 20 \end{cases} \dots\dots(4)$$

$$\mu_{\text{Moderate Positive}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{12.5} & 15 < x < 27.5 \\ 1 & x = 27.5 \\ \frac{40-x}{12.5} & 27.5 < x < 40 \\ 0 & x \geq 40 \end{cases} \dots\dots(5)$$

$$\mu_{\text{Strong Positive}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{5} & 35 < x < 40 \\ 1 & x \geq 40 \end{cases} \dots\dots(6)$$



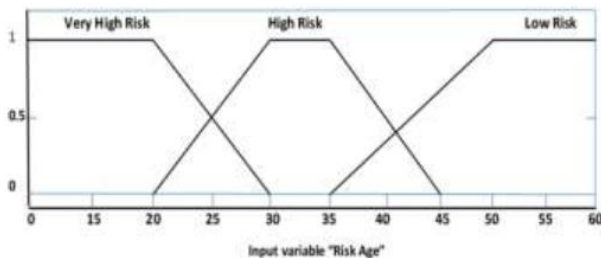
Gambar 3. *Membership Functions* untuk variabel *Hormone Receptors*

3. *Faktor Umur (Risk Age)*: variabel ini memiliki tiga variabel input himpunan *fuzzy*, yaitu *very high*, *High* dan *Low Risk age*. Fungsi keanggotaan himpunan dari variabel dapat dilihat pada persamaan (7) – (9):

$$\mu_{\text{veryHighRisk}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 20 \\ \frac{30-x}{10} & 20 < x < 30 \\ 0 & x \geq 30 \end{cases} \dots\dots(7)$$

$$\mu_{\text{HighRisk}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{10} & 20 < x < 30 \\ 1 & 30 \leq x < 35 \\ \frac{45-x}{10} & 35 < x < 45 \\ 0 & x \geq 45 \end{cases} \dots\dots(8)$$

$$\mu_{LowRisk}(x) = \begin{cases} 0 & x : \\ \frac{x-35}{15} & 35 < x \dots\dots\dots(9) \\ 1 & x \end{cases}$$



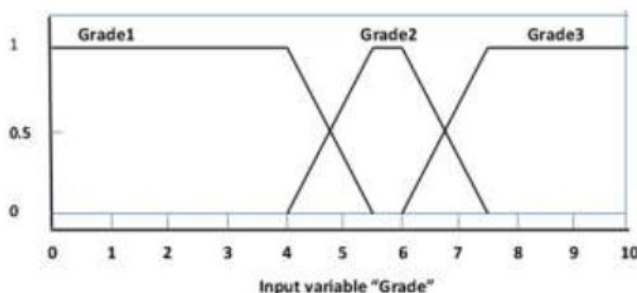
Gambar 4. Membership Functions untuk variabel Risk Age

4. *Tumor Grade*: deskripsi tumor didasarkan pada bagaimana sel-sel abnormal kanker tampak di bawah mikroskop dan seberapa cepat tumor tumbuh dan menyebar. Variabel ini memiliki tiga himpunan fuzzy yaitu *Grade1*, *Grade2* dan *Grade3*. Fungsi keanggotaan dari variabel ini dapat dilihat pada persamaan (10) – (12):

$$\mu_{Grade1}(x) = \begin{cases} 1 & x \\ \frac{5.5-x}{1.5} & 4 < x < \dots\dots\dots(10) \\ 0 & x \end{cases}$$

$$\mu_{Grade2}(x) = \begin{cases} 0 & x : \\ \frac{x-4}{1.5} & 4 < x < \\ 1 & 5.5 \leq x \dots\dots\dots(11) \\ \frac{7.5-x}{1.5} & 6 < x \\ 0 & x \geq \end{cases}$$

$$\mu_{Grade3}(x) = \begin{cases} 0 & x \\ \frac{x-6}{1.5} & 6 < x < \dots\dots\dots(12) \\ 1 & x \end{cases}$$



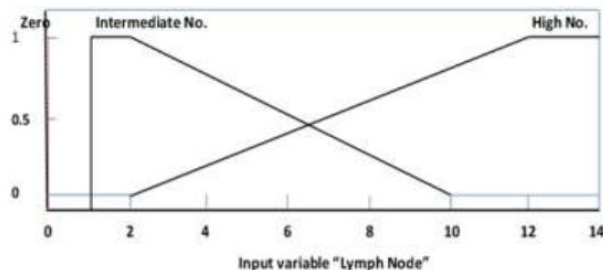
Gambar 5. Membership Functions untuk variabel Tumor Grade

5. *Lymph Node*: Sebuah node getah bening yang merupakan bagian dari sistem *limfatik* tubuh, dalam sistem *limfatik*, jaringan pembuluh getah bening membawa cairan bening yang disebut getah bening, pembuluh getah bening menyebabkan kelenjar getah bening; sehingga sel-sel kanker dapat menyebar menjadi tumor primer. Variabel ini memiliki dua set

fuzzy *Intermediate* (Menengah) dan *High* (Tinggi), fungsi keanggotaan dari variabel ini dapat dilihat pada persamaan (13) – (14).

$$\mu_{IntermediateNo}(x) = \begin{cases} 1 & 1 \leq x \\ \frac{10-x}{8} & 2 < x < \dots\dots\dots(13) \\ 0 & 0, x \end{cases}$$

$$\mu_{HighNo}(x) = \begin{cases} 0 & 2 < x \dots\dots\dots(14) \\ \frac{x-2}{10} & \\ 1 & \end{cases}$$

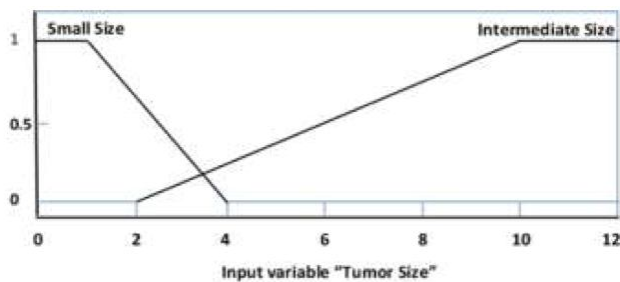


Gambar 6. Membership Functions untuk variabel Lymph Node

6. *Tumor Size*: Variabel ini memiliki dua variabel input fuzzy set : *Small Size* dan *Intermediate Size*. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy untuk ini adalah trapesium dan dapat dilihat pada persamaan (15) – (16)

$$\mu_{SmallSize}(x) = \begin{cases} 1 & x \\ \frac{4-x}{2} & 1 < x \dots\dots\dots(15) \\ 0 & \end{cases}$$

$$\mu_{IntermediateSize}(x) = \begin{cases} 0 & x \\ \frac{x-2}{8} & 2 < x < \dots\dots\dots(16) \\ 1 & x \geq \end{cases}$$



Gambar 7. Membership Functions untuk variable Tumor Size

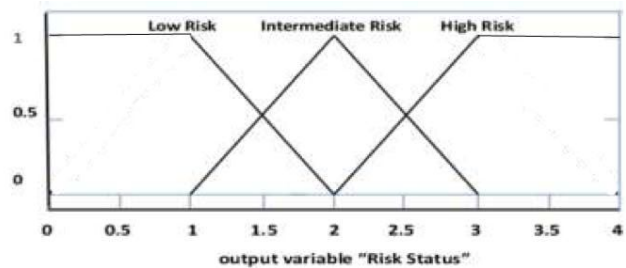
3.1.2. Variabel Output:

Tujuan dari sistem ini adalah untuk mengidentifikasi resiko gejala penyakit kanker payudara atau mortalitas dari pasien dengan mendiagnosis awal. Nilai dari variabel output ini dari 1 sampai 4; yang mewakili Status *Low Risk*, *Intermediate Risk* dan *High Risk*. Dengan semakin meningkatnya nilai dari setiap variabel input (gejala) maka risiko tumor juga meningkat. Fungsi keanggotaan dari variabel ini adalah Risiko Rendah, Menengah dan Risiko Risiko Tinggi dapat dilihat pada persamaan (17) – (19):

$$\mu_{Low\ Risk}(x) = \begin{cases} 1 & 1 \dots\dots\dots(17) \\ \frac{2-x}{1} \\ 0 \end{cases}$$

$$\mu_{Intermediate\ Risk}(x) = \begin{cases} 0 & 1 \\ \frac{x-1}{1} & 1 \\ 1 & 2 \\ \frac{2-x}{1} & 2 \\ 0 & 2 \end{cases} \dots\dots\dots(18)$$

$$\mu_{Grade3}(x) = \begin{cases} 0 & 2 \dots\dots\dots(19) \\ \frac{x-2}{1} \\ 1 \end{cases}$$



Gambar 8. Membership Functions untuk variable Risk Status

3. 2. Fuzzy Rule Base

Berdasarkan data dari OCMU Center dapat dibentuk aturan dasar yang terdiri dari 14 aturan untuk menentukan status Risiko (*High Risk, Intermediate Risk and Low Risk*) berdasarkan dari variabel input dan variabel output yang telah ditentukan [11]. Adapun rancangan aturan – aturan dasar dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Rule Base System

No	Her2	Hormone Receptors	Risk Age	Grade	Tumor Size	Lymph Node	Risk Status
1	Negative	Weak Positive	Low	Grade1	Small	Zero	Low Risk
2	Negative	Weak Positive	High	Grade1	Small	Zero	Low Risk
3	Negative	Moderate Positive	Low	Grade1	Small	Zero	Low Risk
4	Negative	Moderate Positive	High	Grade1	Small	Zero	Low Risk
5	Negative	Strong Positive	Low	Grade1	Small	Zero	Low Risk
6	Negative	Strong Positive	High	Grade1	Small	Zero	Low Risk
7	Negative	Any	Any	Grade2	Any	Zero	Intermediate Risk
8	Negative	Any	Any	Grade3	Any	Zero	Intermediate Risk
9	Negative	Any	Any	Any	Intermediate	Zero	Intermediate Risk
10	Negative	Any	Very High	Any	Any	Zero	Intermediate Risk
11	Negative	Any	Any	Any	Any	Intermediate No	Intermediate Risk
12	Positive	Any	Any	Any	Any	Zero	Intermediate Risk
13	Positive	Any	Any	Any	Any	Intermediate No	High Risk
14	Negative	Any	Any	Any	Any	Zero	High Risk

3.3. Metode Inferensi dan Defuzzification

Sistem ini menggunakan inferensi model Mamdani (*max*), dimana setiap nilai dari masing – masing aturan yang dihasilkan dari beberapa metode implikasi interseksi (tNorm), diantaranya tNorm Zadeh, tNorm Dombi, tNorm DuboisPrade, tNorm Yager, tNorm Product, dan tNorm EinsteinProduct. Setelah didapat output himpunan *fuzzy* dari setiap aturan maka dievaluasi untuk mendapatkan "bobot" dalam menentukan nilai linguistik dari output *fuzzy* dengan menggunakan metode agregasi maksimum setiap aturan untuk menentukan *output*

fuzzy. Sedangkan metode yang digunakan untuk *Defuzzification* adalah metode *centroid*.

IV. IMPELEMTASI DAN TESTING

Implementasi dari Sistem *Fuzzy* Pendukung Keputusan menggunakan bahasa java. Adapun antar muka dari sistem ini dapat dilihat pada gambar 9:



Gambar 9 Antar muka sistem

Berdasarkan pengujian dari masing – masing variabel input pada sistem ini didapat hasil seperti pada tabel 2 – 7:

Tabel 2 Kasus Uji dengan tZadeh

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	2.7089

Tabel 3 Kasus Uji dengan tDombi

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	2.7089

Tabel 4 Kasus Uji dengan tDubois Prade

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	2.86363

Tabel 5 Kasus Uji dengan tYager

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	2.7089

Tabel 6 Kasus Uji dengan tProduct

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	2.7089

Tabel 7 Kasus Uji dengan tEinstein Product

Her2	Hormone Receptors	Age	Grade	Tumor Size	Limph Node	Risk Status
4	35	35	4	3	5	3.35

Pada penelitian sebelumnya, sistem ini sudah dilakukan pengujian oleh konsultan onkologi dari OCMU (Oncology Center Mansoura University). Pada proses pengujian yang dilakukan peneliti, nilai Risk Status yang didapat adalah 2.7089 untuk implikasi tZadeh, tDombi, tYager dan tProduct. Untuk tDubois Prade Risk Statusnya adalah 2.86, sedangkan untuk tEinstein Product Risk Statusnya adalah 3.35.

V. KESIMPULAN

Makalah ini mengembangkan sebuah Sistem *Fuzzy* Pendukung Keputusan untuk mengidentifikasi status risiko kanker payudara dalam situasi keanekaragaman dan ketidaktepatan data. Sistem ini dapat membantu para dokter spesialis untuk pengobatan kanker payudara. Dalam pengembangan ini fungsi keanggotaan, variabel input, variabel output dan basis aturan didasarkan pada data dari penelitian yang dilakukan oleh Saleh, et. Sistem ini menggunakan metode implikasi interseksi (tNorm), diantaranya tNorm Zadeh, tNorm Dombi, tNorm DuboisPrade, tNorm Yager, tNorm Product, dan tNorm EinsteinProduct. Sedangkan metode yang digunakan untuk *Defuzzification* adalah metode *centroid*. Berdasarkan pada proses pengujian yang dilakukan, nilai *Risk Status* yang didapat adalah 2,7089 untuk implikasi *tZadeh*, *tDombi*, *tYager* dan *tProduct*. Untuk *tDubois Prade Risk Statusnya* adalah 2,86, sedangkan untuk *tEinstein Product Risk Statusnya* adalah 3,35. Pada penelitian lebih lanjut, sistem ini dapat diterapkan untuk jenis – jenis kanker yang lainnya maupun dengan menggunakan metode inferensi lainnya yang didasarkan pada preferensi kasus sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Clinical decision support system, <http://www.openclinical.org/dss.html>, diakses tgl 1 Maret 2014.
- [2]. Using decision support to help explain clinical manifestations of disease, <http://lcs.mgh.harvard.edu/projects/dxplain.html>, diakses tgl 1 Maret 2014.
- [3]. A. Aiken, D. Sleeman, 2005, AKT-R4, Supporting the Exploration of a Knowledge Web, Scotland.
- [4]. M. L. Graber and A. Mathew, 2007, Performance of a Web Based Clinical Diagnosis Support System for Internists, Society of General Internal Medicine, USA.
- [5]. Free Patient online search, <http://www.freepatentsonline.com/>, diakses tgl 1 Maret 2014.
- [6]. J. H. Knab, M.S. Wallace, R. L. Wagner, J. Tsoukatos, and M. B. Weinger, September 2001, The Use of a Computer-Based Decision Support System Facilitates Primary Care Physicians Management of Chronic Pain, journal ANESTH ANALG, vol. 93, pp 712–720.
- [7]. P. Hammond and M. Sergot, 1996, Computer Support For Protocol-Based Treatment Of Cancer, Journal of Logic Programming, 0743-1066/96.
- [8]. J. P. Bury, C. Hurt, C. Bateman, S. Atwal, K. Ridly, J. Fox and V. Saha, LISA, 2002, A Clinical Information and Decision Support System for Childhood Acute Lymphoblastic Leukaemia, Proceedings of the AMIA Annual Symposium, UK London, pp. 988.
- [9]. A.Torres and J. J. Nieto, 2006, Fuzzy Logic in Medicine and Bioinformatics, Hindawi Publishing Corporation., Journal of Biomedicine and Biotechnology, Article ID 91908, pp 1–7 DOI 10.1155/JBB/2006/91908.
- [10]. Angka kematian akibat kanker meningkat., <http://www.jpnn.com/read/2013/12/13/205452/Angka-Kematian-Akibat-Kanker-Payudara-Meningkat-Tajam->, diakses tgl 6 Maret 2014
- [11]. Saleh, A.A.E., Sherif E.B., Ahmed A.E.A., March 2011., A Fuzzy Decision Support System for Management of Breast Cancer, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 2, No.3.
- [12]. Chen, G and Pham, T.T, 2001, Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems, CRC Press, United States of America, SBN 0-8493-1658-8