

# SISTEM PENENTU DERAJAT ETIOLOGI HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM KLINIS MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY BERBASIS WEB DAN SMS

Sri Kusumadewi

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta  
[cicie@fti.uii.ac.id](mailto:cicie@fti.uii.ac.id)

---

## Abstrak

Pemeriksaan laboratorium (biokimia darah) akan menghasilkan data-data yang membantu menegakkan diagnosis defisiensi mikronutrien dan protein. Seseorang dikatakan dalam kondisi medik normal apabila kadar zat yang digunakan sebagai acuan pemantauan penting terletak pada batas normal. Pada penelitian ini akan diaplikasikan konsep operasi himpunan fuzzy untuk menentukan derajat etiologi pada pemantauan penting hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dapat diterima oleh pasien melalui SMS.

Penelitian ini dibangun berbasis web dengan menggunakan PHP dan MySQL disertai dengan fasilitas SMS gateway. Batas normal untuk setiap pemantauan penting hasil uji laboratorium, akan direpresentasikan dengan menggunakan himpunan fuzzy berbentuk trapesium. Operator MEAN OR digunakan untuk mengoperasikan antar himpunan fuzzy untuk mendapatkan *fire strength*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa operasi pada himpunan fuzzy (khususnya MEAN OR) dapat digunakan untuk menentukan derajat etiologi gangguan yang dialami pasien berdasarkan hasil uji laboratorium. Karena sistem ini dibangun dengan berbasis web maka memudahkan klinisi untuk mengaksesnya. Selain itu, pasien dapat dengan mudah menerima hasil diagnosis, karena hasil diagnosa akan dikirim melalui SMS.

**Kata kunci** : pemeriksaan laboratorium, operator fuzzy, mean or, SMS.

---

## 1. Pendahuluan

Tes laboratorium merupakan pemeriksaan penunjang [6]. Untuk mengetahui kondisi medik seseorang, biasanya dibutuhkan uji laboratorium tersebut. Selain untuk mendeteksi dini adanya gangguan-gangguan pada organ tubuh, hasil pemeriksaan ini juga dapat digunakan untuk melihat status gizi seseorang. Beberapa kadar zat tertentu yang terkandung baik di dalam darah maupun urin dapat dijadikan sebagai indikator pemantauan penting. Seseorang dikatakan dalam kondisi medik normal apabila kadar zat yang digunakan sebagai acuan pemantauan penting terletak pada batas normal. Setiap pemantauan penting memiliki batas normal yang tidak sama. Misalkan kadar haemoglobin (Hb) normal untuk seorang wanita terletak pada nilai 13 – 15,5 mg/dL. Sehingga apabila seorang wanita memiliki Hb kurang dari 13 mg/dL atau lebih dari 15,5 mg/dL, maka orang tersebut dikatakan memiliki Hb yang tidak normal, yaitu rendah atau tinggi. Demikian pula, penyebab dari adanya gangguan tersebut berbeda-beda. Adakalanya suatu kondisi dapat mengakibatkan tidak normalnya kadar beberapa zat yang berbeda. Misal, gagal ginjal dapat menyebabkan meningkatnya kadar albumin, BUN, kreatinin, magnesium atau fosfor.

Di sisi lain, konsep himpunan fuzzy sangat handal untuk menyelesaikan masalah yang bersifat kabur dan penuh ketidakpastian [2][5]. Beberapa operator alternatif yang dikembangkan dari beberapa penelitian terdahulu semakin melengkapi kemampuan logika fuzzy dalam menyelesaikan masalah ketidakpastian. Di samping itu, teknologi komunikasi juga semakin berkembang pesat dengan beberapa kemudahan fasilitas komunikasi. Salah satu di antaranya adalah fasilitas SMS. Fasilitas SMS memungkinkan pengguna untuk dapat mengirim dan menerima pesan singkat dalam waktu yang relatif cepat dengan biaya yang cukup murah. Aplikasi SMS pada telepon genggam menyediakan layanan untuk mengirim dan menerima pesan pendek berupa huruf dan angka dengan panjang pesan antara 120-160 huruf [1].

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka pada penelitian ini akan diaplikasikan konsep operasi himpunan fuzzy untuk menentukan derajat etiologi pada pemantauan penting hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dapat diterima oleh pasien melalui SMS.

## 2. Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium (biokimia darah) akan menghasilkan data-data yang membantu

menegakkan diagnosis defisiensi mikronutrien dan protein. Monitor penting (**Tabel 1**) adalah parameter biokimia yang berubah sebagai akibat dari permasalahan medis (etiologi) yang terjadi bersamaan [4].

**Tabel 1** Pemeriksaan Laboratorium [4]

No	Pemantauan penting	Batas normal	Etiologi
1	Albumin	3,5 – 5,0 mg/dL	Menurun ( <i>hipoalbuminemia</i> ) a. stres akut b. katabolisme c. overload cairan d. gagal hati e. pembedahan
			Meningkat ( <i>hiperalbuminemia</i> ) a. dehidrasi b. gagal ginjal
2	Blood urea nitrogen	9 – 20 mg/dL	Menurun a. overload cairan b. malnutrisi
			Meningkat ( <i>azotemia</i> ) a. dehidrasi b. pemberian protein berlebihan c. gagal ginjal
3	Kalsium	8,5 – 10,5 mg/dL	Menurun ( <i>hipokalsemia</i> ) a. asupan kalsium yang tidak memadai b. asupan magnesium yang tidak memadai c. kadar albumin serum yang rendah d. transfusi yang masif e. pankreatitis
			Meningkat ( <i>hiperkalsemia</i> ) a. pemberian kalsium pada penyakit metabolik tulang b. pemberian kalsium dan atau vitamin D yang berlebihan
4	Kreatinin	0,3 – 1,3 mg/dL	Menurun a. overload cairan b. malnutrisi
			Meningkat a. dehidrasi b. gagal ginjal
5	Folat (serum)	4 – 20 ng/dL	Menurun a. anemia makrositik b. penggunaan obat-obatan
6	Glukosa	60 – 110 mg/dL	Menurun ( <i>hipoglikemia</i> ) a. penghentian nutrisi parenteral total yang mendadak

No	Pemantauan penting	Batas normal	Etiologi
			b. pemberian insulin yang berlebihan
			Meningkat ( <i>hiperglikemia</i> ) a. kanker b. diabetes melitus c. infus dekstroza yang berlebihan d. infeksi (diobati) e. penggunaan obat-obatan f. respon stres
7	Hemoglobin	pa: 14 – 17,5 mg/dL pi: 13 – 15,5 mg/dL	Menurun a. anemia b. pendarahan
			Meningkat a. dehidrasi
8	Magnesium	1,5 – 2,5 mEq/dL	Menurun ( <i>hipomagnesemia</i> ) a. diare b. penggunaan obat-obatan c. sindrom refeeding
			Meningkat ( <i>hipermagnesemia</i> ) a. terapi replacement yang berlebihan b. antasid yang mengandung magnesium c. gagal ginjal
9	Fosfor	2,5 – 4,5 mg/dL	Menurun ( <i>hipofosfatemia</i> ) a. pemberian dekstrose/ karbohidrat yang berlebihan b. terapi insulin dosis tinggi c. pengikat fosfat d. sindrom refeeding e. terapi replacement yang berlebihan
			Meningkat ( <i>hiperfosfatemia</i> ) a. gagal ginjal
10	Kalium	3,5 – 5 mEq/dL	Menurun ( <i>hipokalemia</i> ) a. diare b. keadaan dilusi c. terapi insulin dosis tinggi d. obat-obatan (diuretik, steroid) e. sindrom refeeding f. SIADH
			Meningkat ( <i>hiperkalemia</i> ) a. terapi replacement yang berlebihan b. gagal ginjal c. perbaikan permasalahan yang berhubungan

No	Pemantauan penting	Batas normal	Etiologi
			dengan defisiensi
11	Bikarbonat serum	24 – 32 mEq/dL	Menurun ( <i>asidosis</i> ) a. asidosis metabolik (diare, gagal ginjal, alkalosis respiratorik, sepsis) Meningkat ( <i>alkalosis</i> ) a. alkalosis metabolik
12	Hematokrit	pa: 47 ± 7% pi: 41 ± 5%	Menurun a. anemia b. pendarahan c. overhidrasi Meningkat a. dehidrasi
13	Zat besi	50 – 150 µg/dL	Menurun a. infeksi akut b. inflamasi c. defisiensi zat besi Meningkat a. pemberian besi yang berlebihan

### 3. Operator Aritmatik: MEAN

Operator MEAN fuzzy ada 2 jenis, yaitu: MEAN AND dan MEAN OR. Ada 2 kriteria penting yang harus diperhatikan untuk menggunakan operator mean, yaitu: 1. tidak terlalu sensitif terhadap nilai minimum dan maksimum; 2. distributif, urutan nilai kebenaran yang dievaluasi tidak mempengaruhi operasi. Rumus yang digunakan untuk operator MEAN AND adalah [2]:

$$\mu_{A \cap B} = \frac{\mu_A(x) + \mu_B(y)}{2} \quad (1)$$

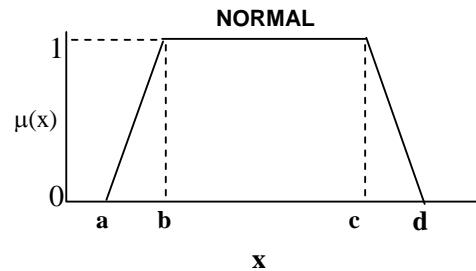
Sedangkan untuk operator MEAN OR:

$$\mu_{A \cup B} = \frac{2 \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) + 4 \max(\mu_A(x), \mu_B(y))}{6} \quad (2)$$

### 4. Gambaran Umum Sistem

Sistem ini dibangun berbasis web dengan menggunakan PHP dan MySQL disertai dengan fasilitas SMS gateway. Fasilitas SMS ini akan digunakan untuk mengirimkan hasil pemeriksaan laboratorium ke pasien. Karena terbatasnya jumlah karakter pada SMS, maka hanya hasil pemeriksaan yang tidak normal (tidak sesuai rujukan) saja yang akan dikirimkan melalui SMS.

Batas normal (nilai rujukan) untuk setiap pemantauan penting hasil uji laboratorium, akan direpresentasikan dengan menggunakan himpunan fuzzy berbentuk trapesium. Himpunan A (a, b, c, d) terlihat pada **Gambar 1** dengan a merupakan batas bawah himpunan, b merupakan batas bawah nilai normal yang berderajat keanggotaan 1, c merupakan batas atas nilai normal yang berderajat keanggotaan 1, dan d merupakan batas atas himpunan.



**Gambar 1** Himpunan fuzzy berbentuk trapesium untuk NORMAL.

Nilai a diperoleh dari:

$$a = b - \frac{c - b}{2} \quad (3)$$

dan

$$d = c + \frac{c - b}{2} \quad (4)$$

Apabila  $a < 0$ , maka nilai a ditetapkan sama dengan 0. Misalkan untuk albumin, nilai batas normal 3,5 – 5,0 mg/dL, sehingga:

$$a = 3,5 - \frac{5 - 3,5}{2} = 2,75$$

dan

$$d = 5 + \frac{5 - 3,5}{2} = 5,75$$

Apabila ada seorang pasien dengan albumin 4 mg/dL, maka dia dikatakan normal. Namun apabila ada seorang pasien dengan albumin 3 mg/dL, maka dikatakan bahwa albuminnya normal (mendekati rendah) dengan derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{NORMAL}}(3) = 1 - \frac{3 - 2,75}{3,5 - 2,75} = 1 - 0,333 = 0,667$$

Pasien mengalami *hipoalbuminemia*, etiologi untuk pasien tersebut adalah:

- stres akut
  - katabolisme
  - overload cairan
  - gagal hati
  - pembedahan
- dengan derajat (0,667).

Untuk *blood urea nitrogen*, nilai batas normal 9 – 20 mg/dL, sehingga:

$$a = 9 - \frac{20 - 9}{2} = 3,5; \text{ dan}$$

$$d = 20 + \frac{20 - 9}{2} = 25,5$$

Apabila pasien tersebut memiliki kadar *blood urea nitrogen* sebesar 7 mg/dL, maka dikatakan bahwa *blood urea nitrogen* normal (mendekati rendah) dengan derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{NORMAL}}(7) = 1 - \frac{7-3,5}{9-3,5} = 1 - 0,636 = 0,364$$

Pasien memiliki *blood urea nitrogen* rendah, etiologi untuk pasien tersebut adalah:

- overload cairan
- malnutrisi

dengan derajat (0,64).

Untuk kedua hasil pemantauan (albumin dan *blood urea nitrogen*), terlihat ada 2 penyebab yang sama, yaitu overload cairan, masing-masing dengan derajat 0,667 dan 0,364. Operator MEAN OR digunakan untuk mengoperasikan antar himpunan fuzzy untuk mendapatkan *fire strength*. Apabila digunakan operator mean OR (**persamaan 2**) untuk hasil pemantauan tersebut, maka *fire strength* adalah:

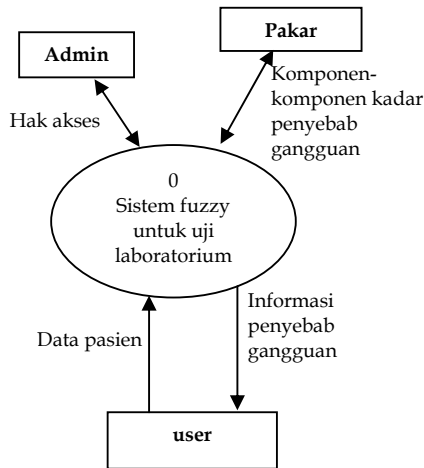
$$\text{fire\_strength} = \frac{2 \min(0,667;0,364) + 4 \max(0,667;0,364)}{6} = 0,566$$

Sehingga secara keseluruhan kondisi etiologi yang dialami oleh pasien tersebut adalah:

- stres akut (0,667)
- katabolisme (0,667)
- overload cairan (0,566)
- gagal hati (0,667)
- pembedahan (0,667)
- malnutrisi (0,364).

## 5. Analisis dan Perancangan Sistem

Sistem ini dibangun dengan menggunakan pendekatan terstruktur. Metode air terjun (*waterfall*) dipilih untuk membangun sistem ini. Diagram konteks dan diagram aliran data (*Data Flow Diagram*, DFD) digunakan sebagai alat bantu perancangan sistem ini. Pengembangan sistem lebih ditekankan pada pembuatan program web, sedangkan fasilitas SMS gateway diperoleh dari *freeware SMSMe!!![MeSIN]* yang dikembangkan oleh KIOSS [3].



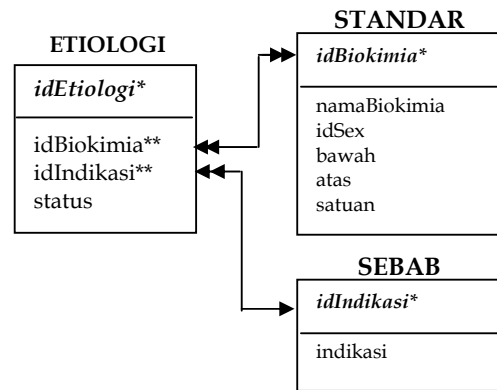
Gambar 3 Diagram konteks.

## 5.1. Diagram konteks

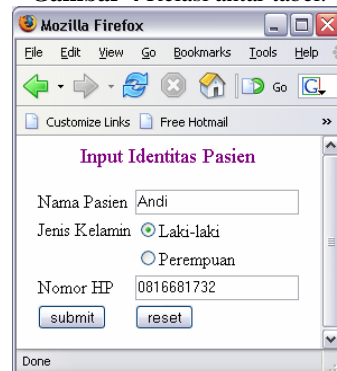
Pada sistem ini, terdapat 3 entitas eksternal, yaitu administrator, pakar dan user. Administrator bertugas memberikan hak akses, pakar bertugas memasukkan semua komponen yang berhubungan dengan pengukuran derajat gangguan (seperti: ukuran standar suatu ukuran, batas bawah & batas atas suatu kondisi masih dimungkinkan normal dengan derajat 0 sampai 1), dan user biasa yang dapat sebagai petugas laboratorium maupun pasien itu sendiri yang akan menerima informasi tentang seberapa besar derajat gangguan apabila diberikan kondisi pasien (hasil uji laboratorium) tertentu. **Gambar 3** menunjukkan diagram konteks untuk sistem ini.

## 5.2 Relasi antar tabel

Dari keempat tabel tersebut, hanya 3 tabel yang saling berelasi, yaitu tabel Standar, Sebab, dan Etiologi. Tabel Sebab dan tabel Etiologi berelasi melalui *field* idIndikasi. Kardinalitas relasi antara tabel Sebab ke tabel Etiologi adalah *one to many*, artinya satu *record* pada tabel Sebab dapat diberelasi dengan beberapa *record* dengan isi idIndikasi yang sama di tabel Etiologi. Tabel Standar berelasi dengan tabel Etiologi melalui *field* idBiokimia dengan kardinalitas *many to many*, yang berarti bahwa banyak *record* pada tabel Standar dapat berelasi dengan banyak *record* dengan isi field idBiokimia yang sama pada tabel Etiologi. **Gambar 4** menunjukkan relasi antar tabel tersebut.



Gambar 4 Relasi antar tabel.



Gambar 5. Identitas pasien, pengujian-1.

## 6. Hasil dan Pengujian

### 6.1. Pengujian-1

Seorang pasien bernama Andi berjenis kelamin laki-laki akan melakukan uji laboratorium. Data identitas pasien seperti terlihat pada **Gambar 5**. Pasien Andi tersebut memiliki data hasil uji biokimia seperti terlihat pada **Gambar 6**.

Test	Value	Unit	Normal Range
Albumin	4	gm/dL	normal (3.5 - 5)
Blood Urea Nitrogen	12	mg/dL	normal (9 - 20)
Kalsium	9.1	mg/dL	normal (8.5 - 10.5)
Kreatinin	0.6	mg/dL	normal (0.3 - 1.3)
Folat (serum)	15.2	ng/ml	normal (4 - 20)
Glukosa	112	mg/dL	normal (60 - 110)
Haemoglobin	12.6	mg/dL	normal (14 - 17.5)
Magnesium	1.7	mEq/dL	normal (1.5 - 2.8)
Fosfor	4.8	mg/dL	normal (2.5 - 4.5)
Kalium	4.2	mEq/dL	normal (3.5 - 5)
Bikarbonat serum	25.5	mEq/dL	normal (24 - 32)
Hematokrit	45	mg/dL	normal (43.71 - 50.29)
Zat besi	68	mikro g/dL	normal (50 - 150)

**Gambar 6.** Data biokimia pasien, pengujian-1.

haemoglobin yang kurang dari batas bawah, dan fosfor yang lebih dari batas atas. **Gambar 7** menunjukkan hasil pengujian setelah dilakukan penghitungan derajat gangguan pada setiap etiologi yang mungkin.

Apabila link Kirim hasil via SMS diklik, maka hasil uji laboratorium akan dikirim ke nomor HP pasien. **Gambar 8** menunjukkan isi SMS yang diterima oleh pasien pada pengujian-1. Hasil yang dikirimkan melalui SMS hanya berupa hasil yang tidak normal saja.

Yth. Andi:  
 Glukosa (TINGGI);  
 Haemoglobin (RENDAH);  
 Fosfor (TINGGI);  
 Thanks.

**Gambar 8.** Isi SMS Hasil pengujian-1.

### 6.2. Pengujian-2

Seorang pasien bernama Alia Sativa berjenis kelamin perempuan akan melakukan uji laboratorium. Pasien Alia tersebut memiliki data hasil uji biokimia seperti terlihat pada **Gambar 9**. Dari data tersebut terlihat bahwa semua hasil uji komponen biokimia Alia terletak pada interval normal, kecuali albumin yang kurang dari batas bawah, magnesium yang lebih dari batas atas, dan zat besi yang kurang dari batas bawah. **Gambar 9** tersebut juga menunjukkan hasil pengujian setelah dilakukan penghitungan derajat gangguan pada setiap etiologi yang mungkin.

Etiologi	Score
1 Penggunaan obat-obatan	0.080
2 Kanker	0.080
3 Diabetes melitus	0.080
4 Infus dekstrosa yang berlebihan	0.080
5 Infeksi (diobati)	0.080
6 Respon stres	0.080
7 Anemia	0.800
8 Pendarahan	0.800
9 Gagal ginjal	0.300
10 Terapi replacement yang berlebihan	0.300
11 Antasid yang mengandung magnesium	0.300

**Gambar 7.** Hasil pengujian-1.

Dari data tersebut terlihat bahwa semua hasil uji komponen biokimia Si Andi terletak pada interval normal, kecuali glukosa yang lebih dari batas atas,

Etiologi	Score
1 Stres akut	0.133
2 Katabolisme	0.133
3 Overload cairan	0.133
4 Pembedahan	0.133
5 Gagal hati	0.133
6 Pemberian besi yang berlebihan	1.000
7 Overhidrasi	1.000
8 Infeksi akut	0.040
9 Inflamasi	0.040
10 Defisiensi zat besi	0.040

**Gambar 9.** Hasil pengujian-2.

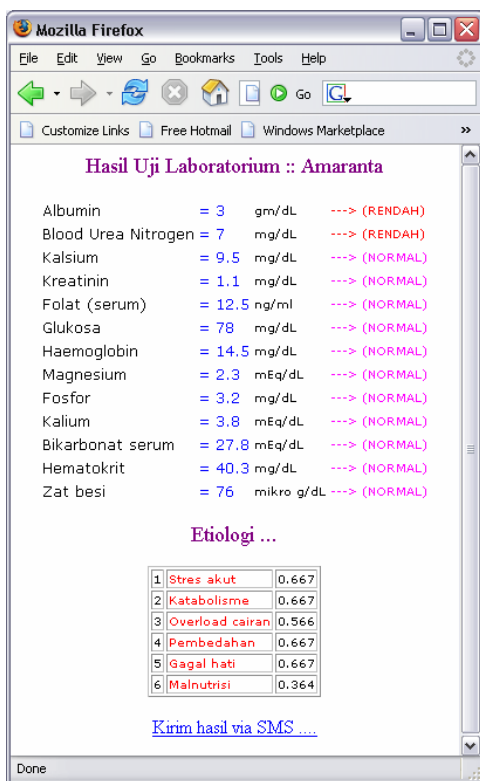
Apabila link Kirim hasil via SMS diklik, maka hasil uji laboratorium akan dikirim ke nomor HP pasien. **Gambar 10** menunjukkan isi SMS yang diterima oleh pasien pada pengujian-2.

Yth. Alia Sativa:  
Albumin (RENDAH);  
Magnesium (SANGAT TINGGI);  
Zat besi (RENDAH);  
Thanks.

**Gambar 10.** Isi SMS Hasil pengujian-2.

### 6.3. Pengujian-3

Seorang pasien bernama Amaranta berjenis kelamin perempuan akan melakukan uji laboratorium. Pasien Amaranta tersebut memiliki data hasil uji biokimia seperti terlihat pada **Gambar 11**. Dari data tersebut terlihat bahwa semua hasil uji komponen biokimia Amaranta terletak pada interval normal, kecuali albumin yang kurang dari batas bawah, dan BUN yang juga kurang dari batas bawah. **Gambar 11** tersebut juga menunjukkan hasil pengujian setelah dilakukan penghitungan derajat gangguan pada setiap etiologi yang mungkin.



**Gambar 11.** Hasil pengujian-3.

Apabila link Kirim hasil via SMS diklik, maka hasil uji laboratorium akan dikirim ke nomor HP pasien. **Gambar 12** menunjukkan isi SMS yang diterima oleh pasien pada pengujian-3.

Yth. Amaranta:  
Albumin (RENDAH);  
Blood Urea Nitrogen (RENDAH);  
Thanks.

**Gambar 10.** Isi SMS Hasil pengujian-3.

### 7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Operasi pada himpunan fuzzy (khususnya MEAN OR) dapat digunakan untuk menentukan derajat etiologi gangguan yang dialami pasien berdasarkan hasil uji laboratorium.
2. Sistem yang dibangun dengan berbasis web ini memudahkan klinisi untuk mengakses sistem tersebut.
3. Pasien dapat dengan mudah menerima hasil diagnosis, karena hasil diagnosa akan dikirim melalui SMS.

### 8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, 2003, *Membangun SMS Gateway menggunakan PHP*, Jakarta, Elex Media Komputindo.
- [2] Cox, Earl, 1994, *The Fuzzy Systems Handbook (A Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems)*, Massachusetts, Academic Press, Inc
- [3] Darmawan, Luri, 2007, *MeSIN: FREE SMS Gateway Application*, <http://kioss.com/> 12 Juni 2007.
- [4] Hartono, Andry, 2006, *Terapi Gizi & Diet Rumah Sakit*, Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran ECG.
- [5] Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [6] Teropong, 2007, *Harap-harap Cemas Membaca Hasil Laboratorium*, Jakarta, Dokter Kita.