

# Analisa Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Perbedaan Temperatur Antara Tragus dan Antihelix

Kemalasari<sup>1</sup>, Mauridhi Hery Purnomo<sup>2</sup>

Research Group on Biomedical Engineering

<sup>1</sup>Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Surabaya

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

<sup>1</sup>[kemala@eepis-its.edu](mailto:kemala@eepis-its.edu), <sup>2</sup>[hery@eepis-its.edu](mailto:hery@eepis-its.edu)

## Abstrak

*Diabetes melitus adalah suatu penyakit dimana kadar glukosa darah puasa  $\geq 126$  mg/dL, dan kadar glukosa 2 jam sesudah makan  $\geq 200$  mg/dL. Untuk mencegah penyakit ini, pengukuran kadar glukosa darah harus dilakukan secara rutin, sehingga kadar glukosa darah dapat dikendalikan dan diobati. Pada makalah ini, dirancang suatu sistem untuk mengukur kadar glukosa darah secara non-invasive. Metode ini menggunakan perbedaan temperatur dari dua daerah di telinga, yaitu tragus dan antihelix. Perbedaan temperatur antara kedua daerah tersebut dibandingkan dengan nilai referensi yang diperoleh dari root mean square nilai glukosa darah puasa dan nilai HbA1c, dan nilai perbedaan temperatur yang diambil pada waktu yang sama dengan pengukuran glukosa darah. Jika perbedaan temperatur turun, maka kadar glukosa darah akan naik sekitar 1 mg/dL untuk setiap 0.024 °C perbedaan temperatur yang turun. Sensor temperatur yang digunakan adalah LM35 yang dikuatkan oleh inverting amplifier agar dapat diterjemahkan oleh ADC yang mempunyai range sebesar 0 – 5 volt. Data pengukuran sensor temperatur di konversi menggunakan ADC internal mikrokontroler ATmega 16 yang kemudian dikirim ke komputer menggunakan RS-232. Di komputer, selain ada tampilan data output ADC, dan kadar glukosa darah hasil perhitungan, juga dilengkapi dengan database pasien. Proses kalibrasi data ADC menjadi temperatur dengan menggunakan acuan suhu tubuh, mempunyai prosentase error antara 0 - 2 %, sedangkan prosentase error yang dihasilkan alat ini adalah 1 – 15 % dibandingkan dengan data glukosa darah yang diukur di laboratorium. Untuk analisa korelasi antara kadar glukosa darah dengan perbedaan temperatur, maka digunakan metode regresi linier. Hasilnya menunjukkan bahwa korelasi antara perbedaan temperatur dengan kadar glukosa darah sangat kuat dengan koefisien korelasi sebesar 0.94.*

**Kata Kunci:** Kadar Glukosa darah, Diabetes Melitus, Non-Invasive, Tragus & Antihelix, Regresi Linier.

## Corresponding Author:

Kemalasari

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS-ITS)

Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

Email: [kemala@eepis-its.edu](mailto:kemala@eepis-its.edu)

# Analisa Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Perbedaan Temperatur Antara Tragus dan Antihelix

## Abstrak

*Diabetes mellitus adalah suatu penyakit dimana kadar glukosa darah puasa  $\geq 126$  mg/dL, dan kadar glukosa 2 jam sesudah makan  $\geq 200$  mg/dL. Untuk mencegah penyakit ini, pengukuran kadar glukosa darah harus dilakukan secara rutin, sehingga kadar glukosa darah dapat dikendalikan dan diobati. Pada makalah ini, dirancang suatu sistem untuk mengukur kadar glukosa darah secara non-invasive. Metode ini menggunakan perbedaan temperatur dari dua daerah di telinga, yaitu tragus dan antihelix. Perbedaan temperatur antara kedua daerah tersebut dibandingkan dengan nilai referensi yang diperoleh dari root mean square nilai glukosa darah puasa dan nilai HbA1c, dan nilai perbedaan temperatur yang diambil pada waktu yang sama dengan pengukuran glukosa darah. Jika perbedaan temperatur turun, maka kadar glukosa darah akan naik sekitar 1 mg/dL untuk setiap  $0.024$  °C perbedaan temperatur yang turun. Sensor temperatur yang digunakan adalah LM35 yang dikuatkan oleh inverting amplifier agar dapat diterjemahkan oleh ADC yang mempunyai range sebesar 0 – 5 volt. Data pengukuran sensor temperatur di konversi menggunakan ADC internal mikrokontroler ATmega 16 yang kemudian dikirim ke komputer menggunakan RS-232. Di komputer, selain ada tampilan data output ADC, dan kadar glukosa darah hasil perhitungan, juga dilengkapi dengan database pasien. Proses kalibrasi data ADC menjadi temperatur dengan menggunakan acuan suhu tubuh, mempunyai prosentase error antara 0 - 2 %, sedangkan prosentase error yang dihasilkan alat ini adalah 1 – 15 % dibandingkan dengan data glukosa darah yang diukur di laboratorium. Untuk analisa korelasi antara kadar glukosa darah dengan perbedaan temperatur, maka digunakan analisa regresi linier. Hasilnya menunjukkan bahwa korelasi antara perbedaan temperatur dengan kadar glukosa darah sangat kuat dengan koefisien korelasi sebesar 0.94.*

**Kata Kunci:** Kadar Glukosa darah, Diabetes Mellitus, Non-Invasive, Tragus &

## Antihelix, Regresi Linier

### 1. Pendahuluan.

Diabetes Mellitus adalah suatu penyakit dimana kadar glukosa darah didalam tubuh tinggi akibat tubuh tidak dapat menghasilkan atau kekurangan hormon insulin yang diperlukan untuk menjaga agar kadar glukosa di dalam darah tetap normal atau seimbang. Kadar glukosa darah bervariasi sepanjang hari, dimana akan meningkat setelah makan, dan 2 jam setelah makan akan normal kembali. Kadar glukosa darah yang normal selama berpuasa adalah 70 – 110 mg/dL, sedangkan kadar glukosa darah puasa pada diabetes mellitus  $\geq 126$  mg/dL, dan 2 jam sesudah makan  $\geq 200$  mg/dL. Diabetes mellitus ada 2 tipe, yaitu diabetes mellitus tipe I (diabetes mellitus yang tergantung pada insulin), dan diabetes mellitus tipe II (diabetes yang tidak tergantung pada insulin).

Umumnya diabetes mellitus tipe I terjadi sebelum usia 30 tahun, karena tubuh sedikit atau sama sekali tidak menghasilkan insulin sehingga tubuh harus mendapatkan suntikan insulin secara teratur. Sedangkan diabetes mellitus tipe II terjadi setelah usia 30 tahun, yang biasanya terjadi akibat gaya hidup yang tidak terkontrol sehingga pada tubuh terjadi kekurangan insulin relatif. Pada kondisi ini diperlukan suntikan insulin, minum obat anti diabetes, olah raga secara teratur, dan mengukur kadar glukosa darah secara rutin [1].

Namun pengukuran kadar glukosa darah secara rutin masih jarang dilakukan, karena pengukuran kadar glukosa darah masih dilakukan secara invasive sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman, dan biaya pengukurannya juga mahal. Pada makalah ini akan dirancang suatu sistem untuk mengukur kadar glukosa darah secara non-invasive berdasarkan perbedaan temperatur dari dua daerah di telinga, yaitu tragus dan antihelix. Perbedaan temperatur antara kedua daerah ini dipercaya akan mempengaruhi perubahan kadar glukosa darah. Karena jika perbedaan temperatur turun, maka kadar glukosa darah akan naik sekitar 1 mg/dL untuk setiap  $0.024$

$^{\circ}\text{C}$  perbedaan temperatur yang turun [2].

Pada sistem ini, LM35 digunakan sebagai sensor temperatur untuk mengukur perbedaan temperatur pada daerah tragus dan antihelix. Kemudian data perbedaan temperatur yang diambil pada waktu yang sama dengan pengukuran glukosa darah, akan dibandingkan dengan nilai referensi yang diperoleh dari root mean square nilai glukosa darah puasa dan nilai HbA1c. Dari proses perhitungan ini akan diperoleh kadar glukosa darah [3]. Untuk analisa korelasi antara kadar glukosa darah dengan perbedaan temperatur, maka digunakan analisa regresi [4].

## 2. Metode Pengukuran Glukosa Darah secara Non-Invasive

Pada makalah ini, pengukuran glukosa darah secara non-invasive menggunakan perbedaan temperatur dari 2 daerah ditelinga, yaitu daerah tragus dan antihelix. Perbedaan temperatur dari ke 2 daerah ini akan dibandingkan dengan perbedaan temperatur nilai referensi yang menyatakan nilai referensi glukosa darah. Nilai referensi glukosa darah diambil dari root means square nilai glukosa puasa dan nilai HbA1c, dan perbedaan nilai referensi temperatur yang diambil pada waktu yang bersamaan dengan pengukuran kadar glukosa puasa. Oleh karena itu, perbedaan nilai referensi temperatur menyatakan nilai referensi kadar glukosa darah. Setiap perubahan  $0.024^{\circ}\text{C}$  pada nilai perbedaan temperatur, berarti bahwa nilai kadar glukosa darah berubah di sekitar  $1\text{ mg/dL}$ . Jika nilai perbedaan temperatur berkurang  $0.024^{\circ}\text{C}$ , maka nilai glukosa darah bertambah  $1\text{ mg/dL}$ , sedangkan untuk setiap penambahan  $0.024^{\circ}\text{C}$  pada nilai perbedaan temperatur, maka nilai glukosa darah akan berkurang  $1\text{ mg/dL}$  [3].

Nilai HbA1c menyatakan nilai kadar glukosa darah yang mengikat hemoglobin (Hb). Tidak seperti nilai glukosa darah normal, nilai HbA1c relative lebih lama berubah yaitu sekitar 2 – 3 bulan, sehingga nilai HbA1c digunakan sebagai sebagai nilai rata-rata kadar glukosa darah selama 2 – 3 bulan. Nilai persentase (%) HbA1c menyatakan banyaknya kadar glukosa darah yang mengandung oksigen [2].

Algoritma untuk mendapatkan nilai glukosa darah adalah :

1. Konversi persentase HbA1c ke mg/dl:

$$\text{MBG} = 33.3 (\% \text{HbA1c}) - 86 \quad (1)$$

dimana:

$\text{MBG} = \text{HbA1c mean blood glucose (mg/dl)}$

$\% \text{HbA1c} = \text{nilai HbA1c dalam persentase (\%)}$

2. Menentukan kadar glukosa darah referensi dari root mean square nilai glukosa darah puasa dan nilai HbA1c mean blood glucose.

$$G_{\text{ref}} = \sqrt{\text{MBG} \times G_{\text{fasting}}} \quad (2)$$

dimana:

$G_{\text{ref}} = \text{nilai glukosa darah referensi (mg/dl)}$

$G_{\text{fasting}} = \text{kadar glukosa darah puasa (mg/dl)}$

3. Menentukan nilai perbedaan temperatur referesi.

$$\Delta T_{\text{ref}} = T_{\text{tragus}_{\text{ref}}} - T_{\text{antihelix}_{\text{ref}}} \quad (3)$$

dimana:

$\Delta T_{\text{ref}} = \text{Nilai perbedaan temperatur referensi } (^{\circ}\text{C})$ .

$T_{\text{tragus}_{\text{ref}}} = \text{Temperature tragus yang diukur pada waktu yang sama dengan pengukuran glukosa darah puasa } (^{\circ}\text{C})$ .

$T_{\text{antihelix}_{\text{ref}}} = \text{Temperatur antihelix yang diukur pada waktu yang sama dengan pengukuran glukosa darah puasa } (^{\circ}\text{C})$ .

4. Menentukan nilai perbedaan temperatur.

$$\Delta T = T_{\text{tragus}} - T_{\text{antihelix}} \quad (4)$$

dimana:

$\Delta T = \text{nilai perbedaan temperature } (^{\circ}\text{C})$

$T_{\text{tragus}} = \text{Temperatur pada tragus } (^{\circ}\text{C})$

$T_{\text{antihelix}} = \text{Temperatur pada antihelix } (^{\circ}\text{C})$

5. Menentukan kadar glukosa darah.

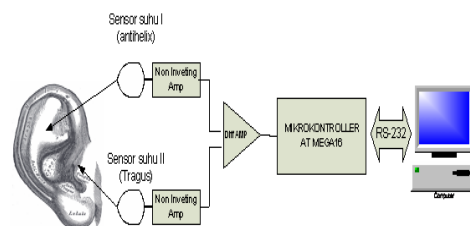
$$G = G_{\text{ref}} + \left[ \frac{\Delta T_{\text{ref}} - \Delta T}{0.024} \right] \quad (5)$$

dimana:

$G = \text{kadar glukosa darah (mg/dl)}$

## 3. Perencanaan dan Pembuatan Sistem

Perencanaan dan pembuatan sistem pengukuran kadar glukosa darah secara non-invasive terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian hardware dan software. Blok diagram sistem seperti pada gambar 1.



Gambar1. Blok Diagram Sistem.

Bagian hardware terdiri dari sensor suhu LM35, rangkaian inverting amplifier, rangkaian differensial amplifier, mikrokontroler ATMEGA 16, dan komunikasi serial RS 232. Bagian software dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pemrograman mikrokontroler AVR Atmega 16 untuk digunakan dalam proses ADC dan komunikasi serial, dan bagian pemrograman visual basic untuk menampilkan nilai temperatur serta perhitungan kadar glukosa darah.

Sensor suhu LM35 mempunyai output sekitar 0.3 – 0.5 volt, sehingga tegangan output LM35 perlu di inputkan ke rangkaian inverting amplifier untuk dikuatkan sebanyak 10 kali supaya output dari sensor suhu berada pada range 0 - 5 volt yang merupakan tegangan referensi positif dari ADC mikrokontroler ATmega16. Rangkaian differensial amplifier digunakan untuk mendapatkan selisih tegangan dari keluaran sensor yang telah dikuatkan, sehingga nilai output dari rangkaian differential amplifier tersebut dapat di analogikan sebagai perbedaan temperature pada tragus dan antihelix. Mikrokontroler ATmega 16 digunakan untuk proses ADC dan komunikasi serial, terutama untuk mengkonversi tegangan analog yang berasal dari sensor suhu dan menampilkan data temperatur dari sensor suhu ke komputer.

Proses pengolahan dari data ADC ke temperatur seperti pada persamaan (6).

$$Suhu = \frac{Hasil\_ADC * V1}{\frac{1}{V2}} \quad (6)$$

dimana:

V1 = Nilai kenaikan tegangan tiap bit

V2 = Nilai kenaikan tegangan amplifier

Nilai kenaikan tegangan tiap bit diperoleh dari nilai input maximum dibandingkan dengan nilai keluaran dari ADC. Resolusi ADC yang digunakan adalah 10 bit sehingga range tegangannya sebesar 0 – 1023. Perhitungan nilai kenaikan tegangan tiap bit (V1) seperti pada persamaan (7).

$$V1 = \frac{Nilai\ input\ max}{resolusi\ max\ 10bit} \quad (7)$$

Sedangkan kenaikan tegangan amplifier diperoleh dari setiap kenaikan satu derajat celcius dikuatkan sebesar 10 kali sehingga menghasilkan tegangan sebesar 10 mV. Hal ini berdasarkan referensi yang diperoleh dari data bahwa jika penguatannya 5 kali maka akan

dihasilkan tegangan sebesar 5 mV. Hasil Kalibrasi dari ADC ke temperatur pada tragus dan antihelix terlihat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kalibrasi Temperatur pada Tragus dan Antihelix.

Obyek	Pengukuran		Termometer	
	Tragus	Antihelix	Tragus	Antihelix
I	34.79	33.5	34.9	33.1
II	35.9	32.2	35.4	32.6
III	34.45	33.2	35.3	33.4
IV	36.11	36.41	35.9	36
V	35.9	37.04	36.1	36.2

Berdasarkan tabel 1, terlihat bahwa temperatur pada tragus dan antihelix memiliki range 32 – 36 °C. Setelah dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran dengan termometer maka diperoleh error dengan range berkisar 0 - 2 %. Karena data yang masuk ke ADC adalah data output dari differensial amplifier, maka data yang diperoleh adalah data perbedaan temperatur antara daerah tragus dan antihelix. Data kalibrasi dari pengukuran perbedaan temperatur antara tragus dan antihelix terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kalibrasi perbedaan temperatur antara Tragus dan Antihelix.

Oby	H_ukur	Termometer			%Error
	ΔT	Tragus	A_helix	ΔT	ΔT
I	2.1505	35.5	33.4	1.9	0.2505
II	3.1036	35.4	32.6	2.8	0.3036
III	1.7839	34.9	33.1	1.8	0.0161
IV	2.2482	34	32.1	1.9	0.3482
V	1.9306	35.5	33.9	1.6	0.3306

Data dari tabel 2 memperlihatkan bahwa perbedaan temperatur antara tragus dan antihelix memiliki range antara 1.78 – 3.1 °C. Setelah dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran dengan termometer maka diperoleh error sekitar 0.25 persen.

Proses perhitungan kadar glukosa darah secara non-invasive dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma untuk mendapatkan glukosa darah seperti yang sudah dibahas pada bagian 2. Hasil dari pengukuran kadar glukosa darah dengan metode non-invasive berdasarkan perbedaan temperatur dari tragus dan antihelix dapat dilihat pada tabel 3. Untuk referensi, pada tabel 3 juga diberikan kadar glukosa darah yang didapat dari hasil

pengukuran laboratorium dan dari hasil pengukuran menggunakan alat Easy Touch blood Glucose.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah.

Oby	$\Delta T$	$\Delta T_{ref}$	Glukosa		
			alat	lab	easy
I	2.1505	2.6393	100.5	96	103
II	1.2463	1.6563	109.16	110	106
III	2.3461	2.1505	96.94	88	96
IV	1.2708	1.37	103.96	109	104
V	1.0753	1.2708	144.08	158	150
VI	1.91	1.87	106.06	103	104
VII	2.4438	2.64	102.2	100	101

Pada tabel 3, data glukosa yang diukur untuk semua obyek adalah data glukosa 2 jam sesudah makan, sehingga kondisi normal terjadi jika kadar glukosa darah < 110, sedangkan diabetes mellitus terjadi jika kadar glukosa darah > 200 mg/dl. Dari beberapa data pada tabel 3 tersebut terlihat bahwa prosentase error yang dihasilkan adalah pada range 1 -15 %, dan semakin besar selisih suhu yang dihasilkan semakin kecil kadar glukosa darah yang dihasilkan dan sebaliknya.

Untuk menganalisa korelasi antara perbedaan temperatur pada tragus dan antihelix dengan kadar glukosa darah, maka pada makalah ini digunakan analisa regresi. Kemudian dihitung koefisien korelasi antara kedua komponen tersebut, yaitu korelasi antara perbedaan temperatur dengan kadar glukosa darah.

#### 4. Analisa Kadar Glukosa Darah

Untuk analisa korelasi antara kadar glukosa darah dengan perbedaan temperatur pada tragus dan antihelix, maka pada makalah ini digunakan analisa regresi linier.

##### 4.1. Analisa Regresi Linier

Analisa regresi linier adalah salah satu metode statistik yang mencoba untuk menyelidiki dan memodelkan hubungan antara dua atau lebih variabel yang diberikan. Pada analisa regresi, model pendugaan terhadap 2 variabelnya menggunakan suatu pola persamaan yang dapat digunakan untuk menerangkan pola hubungan antara variabel-variabel tersebut. Dengan membuat suatu pola persamaan, maka pendugaan kearah peramalan akan dapat dilakukan.

Pada regresi linier, sejumlah data yang ada diposisikan dalam suatu grafik kartesius sehingga akan membentuk titik-titik yang membentuk garis lurus yang dapat dibuat

persamaannya. Persamaan yang didapat adalah persamaan linier seperti pada persamaan (8).

$$Y = a X + b \quad (8)$$

dimana:

Y= variabel terikat

X = variabel bebas

a = gradien garis

b= koefisien

Dari persamaan (8) akan didapatkan persamaan normal seperti pada persamaan (9).

$$\Sigma Y = a n + b \Sigma X \quad (9)$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2$$

Dari persamaan (9) maka akan dapat ditentukan nilai gradien garis (a) dan b seperti pada persamaan (10) dan (11).

$$a = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad (10)$$

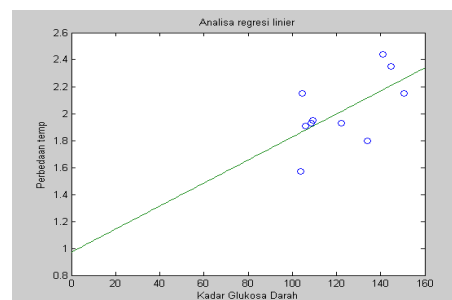
$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad (11)$$

Hasil pengamatan dari analisa regresi yang meyakinkan tentang hubungan keeratan antara variabel-variabel dari analisa regresi disebut analisa korelasi. Hubungan keeratan dari analisa regresi disebut Koefisien korelasi. Untuk menghitung koefisien korelasi, dapat digunakan persamaan (12).

$$r = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \quad (12)$$

#### 5. Hasil

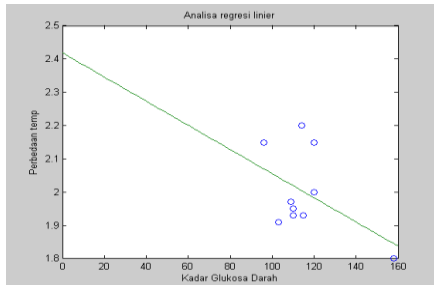
Hasil analisa korelasi antara kadar glukosa darah hasil pengukuran non-invasive dengan perbedaan temperatur pada tragus dan antihelix dengan menggunakan analisa regresi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Analisa Korelasi Glukosa Darah Non-Invasive dan Perbedaan Temperatur.

Dari gambar 2 terlihat bahwa sebaran titik data berkumpul didekat garis linier atau garis kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara kadar glukosa darah hasil pengukuran non-invasive dengan perbedaan temperature kuat, sehingga perubahan temperature pada

tragus dan antihelix akan mempengaruhi kadar glukosa darah secara signifikan. Sedangkan analisa korelasi antara kadar glukosa darah dari hasil laboratorium dengan perbedaan temperatur pada tragus dan antihelix dengan menggunakan analisa regresi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Analisa Korelasi Glukosa Darah hasil Laboratorium dan Perbedaan Temperatur

Dari gambar 3 terlihat bahwa sebaran titik data berkumpul didekat garis linier atau garis kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara kadar glukosa darah hasil pengukuran laboratorium dengan perbedaan temperature kuat, sehingga perubahan temperature pada tragus dan antihelix akan mempengaruhi kadar glukosa darah secara signifikan.

Selain itu, untuk menganalisa korelasi yang erat antara glukosa darah hasil pengukuran non-invasive, hasil pengukuran laboratorium, dan hasil pengukuran dengan Easy Touch blood Glucose terhadap perbedaan temperatur antara tragus dan antihelix berdasarkan nilai koefisien korelasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Korelasi Keeratan Hubungan antara Kadar Glukosa Darah dengan Perbedaan Temperatur.

Korelasi	Koef_korelasi
$\Delta T$ - Glukosa (alat)	0.94
$\Delta T$ - Glukosa (lab)	0.94
$\Delta T$ - Glukosa (easy)	0.95

Dari data koefisien korelasi pada tabel 4, maka dapat dianalisa bahwa korelasi keeratan hubungan antara kadar glukosa untuk semua jenis pengukuran dengan perbedaan temperatur pada tragus dan anti helix sangat kuat dengan koefisien korelasi 0.94, dan ini menunjukkan bahwa kedua varibel tersebut tergantung secara linier.

## 6. Kesimpulan

Kadar glukosa darah dapat diukur secara non-invasive berdasarkan pengukuran

perbedaan temperatur pada tragus dan antihelix. Pada hardware, proses kalibrasi data ADC menjadi temperatur dengan menggunakan acuan suhu tubuh, mempunyai prosentase error antara 0 - 2 %, sedangkan prosentase error yang dihasilkan alat ini adalah 1 - 15 % dibandingkan dengan data glukosa darah yang diukur di laboratorium. Untuk analisa korelasi antara kadar glukosa darah dengan perbedaan temperatur, maka digunakan analisa regresi linier. Hasilnya menunjukkan bahwa korelasi antara perbedaan temperatur dengan kadar glukosa darah sangat kuat dengan koefisien korelasi sebesar 0.94.

## References

- [1]. <http://www.medicastore.com/diabetes>, diakses pada 8 Desember 2007.
- [2]. Isler, Larry W, "Non-Invasive Blood Glucose Monitoring System", <http://www.freepatentsonline.com/6949070.html>, diakses pada 3 April 2008.
- [3]. Adi Jayamulia Rusli, Soegijardjo Soegijoko, "Development of Non-Invasive Blood Glucose Measurement System Prototype", Proceedings BME Days 2006, hal. 104 - 108, ITB, 13 - 15 November 2006.
- [4]. Erwin Kreyszig, "Advance Engineering Mathematic", John Wiley & Sons Inc, 1988.
- [5]. Diah Indriani, "Regresi linier sederhana", <http://www.fkm.unair.ac.id/files/.../Regresi%20Linier%20sederhana.pdf>, diakses 1 September 2009.