



**PENGUKUR KADAR GULA DARAH NON-CONTACT NON-INVASIVE
BERBASIS SUHU TRAGUS-ANTIHHELIX
DAN JARING SARAF TIRUAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Bagas Satya Dian Nugraha

NIM 081910201006

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia serta shalawat dan salam pada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju ke peradaban manusia yang lebih baik. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada :

Ibunda Atik Indriatie, Ayahanda Bambang Sujanarko yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik secara moral maupun materi dengan sabar dan kasih sayang dan Adikku Faghania Sugarizka yang selalu memberikan doa serta motivasi bagi penulis

Guru dan Dosen yang tanpa perhatian dan kesabarannya mengajar, penulis tidak akan menjadi seperti sekarang ini.

Sahabat-sahabatku Dika Bimanstara S., Banu Tito Raharjanto, Erlin Mutia T., Ageng Wicaksono, Zipo Priambodo, Bayu Sovan, Novie Lukman Hamsa, Yunus Bachtiar, Gardha Birawa W, Sendy Nugrahatama P., Deni Fazri S., serta teman-teman semua yang tidak bisa penulis tulis satu persatu khususnya teman-teman Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro 2008.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

“Barang siapa menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga. Dan tidaklah berkumpul suatu kaum disalah satu dari rumah-rumah Allah, mereka membaca kitabullah dan saling mengajarkannya diantara mereka, kecuali akan turun kepada mereka ketenangan, diliputi dengan rahmah, dikelilingi oleh para malaiikat, dan Allah akan menyebut-nyebut mereka kepada siapa saja yang ada disisi-Nya. Barang siapa nerlambat-lambat dalam amalannya, niscaya tidak akan bisa dipercepat oleh nasabnya”

(H.R. Muslim dalam Shahih-nya).

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bagas Satya Dian Nugraha

NIM : 081910201006

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: **Pengukur Kadar Gula Darah *Non-Contact Non-invasive* Berbasis Suhu Tragus-Atihelix dan Jaringan Syaraf Tiruan** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Agustus 2013

Yang menyatakan,

Bagas Satya DN.

SKRIPSI

PENGUKUR KADAR GULA DARAH NON-CONTACT NON-INVASIVE BERBASIS SUHU TRAGUS-ANTHELIX DAN JARING SARAF TIRUAN

Oleh

Bagas Satya Dian Nugraha

NIM 081910201006

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **Pengukur Kadar Gula Darah Non-Contact Non-Invasive Berbasis Suhu Tragus-Antihelix dan Jaringan Syaraf Tiruan** telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari/Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Sumardi, S.T., M.T.

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19670113 199802 1 001

NIP. 19610414 198902 1 001

Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Bambang Supeno, S.T., M.T.

Satriyo Budi Utomo, S.T., M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

NIP. 19850126 200801 1 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

Pengukur Kadar Gula Darah Non-Contact Non-Invasive Berbasis Suhu Tragus-
Antihelix dan Jaringan Syaraf Tiruan

Bagas Satya Dian Nugraha

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Diabetes mellitus merupakan penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme yang berakibat kurangnya insulin dalam tubuh manusia. Defisiensi hormon insulin menyebabkan fluktuasi tingkat gula darah yang tidak normal. Kondisi ini harus ditangani dengan tepat dan dilakukan secara rutin untuk mencegah terjadinya gangguan metabolisme akut dan komplikasi kronis. Skripsi ini mengembangkan perangkat non-kontak dan non-invasive untuk mengukur kadar gula darah berdasarkan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). JST dalam perangkat ini mengkonversi perbedaan suhu dua titik pada telinga *tragus* dan *antihelix* ke dalam indeks glukosa darah. Suhu kedua titik telinga ini diukur menggunakan sensor dari thermometer infra merah yang disebut thermopile. Bobot dan bias JST ditentukan oleh pelatihan *Back Propagation* yang didapatkan dari data pengukuran konvensional. Sistem ini dapat memberikan akurasi data dengan rata-rata error sebesar 2.65%. Hasil pengujian menggunakan sistem pengukur kadar gula darah tersebut menunjukkan bahwa perangkat dapat mengukur kadar glukosa darah lebih mudah, lebih cepat dan tidak menimbulkan rasa tidak nyaman seperti yang terjadi pada pengukuran konvensional.

Kata kunci : Kadar Gula Darah, *Diabetes Mellitus*, Sensor Thermometer Inframerah, *Backpropagation Neural Network*, *Tragus-Antihelix*.

Non-Contact Non-Invasive Blood Glucose Measurement Based Tragus-Antihelix
Temperature and Artificial Neural Network.

Bagas Satya Dian Nugraha

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a disease caused by metabolic disorder that result a lack of insulin in human body. Deficiency of the insulin hormone causes abnormal blood sugar level fluctuation. This condition should be treated with appropriate and routinely to prevent the occurrence of acute metabolic disorders and chronic complications. This thesis developed a non-contact and non-invasive method to measure blood sugar levels based on Artificial Neural Network (ANN). ANN in these devices convert tragus and antihelix temperature different into an index of blood glucose. These point ear temperature measured by the sensor of the infrared thermometer called a thermopile. ANN weights and biases are determined by the Back Propagation training data that obtained from conventional measurements. This system can provide data accuracy with an average error of 2.65%. Test results using blood glucose measuring system shows that the device can measure blood glucose levels easier, faster and does not cause any discomfort as it did in the measurement conventionally.

Kata kunci : *Blood Glucose Level, Diabetes Mellitus, Infrared Thermometer Sensor, Backpropagation Neural Network.*

RINGKASAN

Pengukur Kadar Gula Darah Non-Contact Non-Invasive Berbasis Suhu Tragus-Antihelix dan Jaringan Saraf Tiruan; Bagas Satya Dian Nugraha, 081910201006; 2013: 53 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kadar gula darah atau lebih tepatnya kadar glukosa dalam darah merupakan salah satu indikator kesehatan seseorang. Kadar glukosa darah yang normal pada pagi hari setelah malam sebelumnya berpuasa adalah 70-110 mg/dL. Kadar glukosa darah akan sebesar 120-140 mg/dL pada 2 jam setelah makan atau minum cairan yang mengandung gula maupun karbohidrat lainnya. Kadar glukosa darah sebesar itu akan merangsang pankreas untuk menghasilkan insulin sehingga mencegah kenaikan kadar gula darah yang lebih lanjut dan menyebabkan kadar glukosa darah menurun secara perlahan. Tidak setiap orang memiliki kadar glukosa darah pada ambang batas normal. Sejumlah orang memiliki kadar glukosa darah di atas normal. Orang yang memiliki kadar glukosa di atas normal tersebut dikategorikan sebagai pengidap kencing manis atau *diabetes mellitus*. Menurut kriteria diagnostik PERKENI (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia) 2006, seseorang dikatakan menderita diabetes jika memiliki kadar gula darah pada saat puasa >126 mg/dL dan pada saat tidak puasa >200 mg/dL.

Kencing manis merupakan penyakit yang memiliki komplikasi paling banyak. Karena dapat menyebabkan pembuluh darah menebal dan mengalami kebocoran, kadar zat berlemak dalam darah meningkat, sehingga mempercepat terjadinya aterosklerosis (penimbunan plak lemak di dalam pembuluh darah) dan akan mengakibatkan kerusakan otak, jantung, dan pembuluh darah kaki (makroangiopati), mata, ginjal, saraf dan kulit serta memperlambat penyembuhan luka

Untuk mengetahui kadar gula darah sehingga dapat dilakukan pencegahan pada penyakit kencing manis dan dapat dilakukan penanganan penyakit kencing manis

dengan tepat, maka pengukuran atau pendeteksian kadar glukosa darah merupakan hal yang sangat penting.

Pada skripsi ini dirancang sebuah sistem pengukur kadar glukosa dalam darah yang *non-contact*, dilakukan secara *non-invasive*, murah serta tidak menimbulkan rasa sakit, rasa tidak nyaman dan rasa takut pada pasien. Sistem didasarkan pada perbedaan temperatur dua titik pada telinga, yaitu *tragus* dan *antihelix*, dengan temperatur diukur menggunakan thermometer infra merah. Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem yang telah dilakukan oleh Ishler dan Larry W.[4]. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran, maka fungsi korelasi antara perbedaan temperatur dengan kadar glukosa darah, disusun dengan sistem Jaring Saraf Tiruan (JST), karena JST sangat sesuai untuk sistem non linear.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini didapatkan kesimpulan bahwa. (1) Sistem pengukur kadar gula darah mendapatkan nilai suhu telinga (*tragus-antihelix*) menggunakan sensor thermometer inframerah yang ditembakkan pada jarak tertentu dan tidak memiliki kontak yang terjadi antara pasien atau objek dengan sensor yang digunakan sehingga sistem dapat dikatakan *non-invasive*. (2) Nilai kadar gula darah diperoleh dengan menggunakan perhitungan berbasis jaringan saraf tiruan menggunakan mikrokontroler dengan nilai bobot dan bias yang diolah melalui simulasi di program komputer MATLAB. (3) Sistem pengukur kadar gula darah dengan Jaringan Syaraf Tiruan ini memiliki tingkat keakuratan yang cukup baik dengan rata-rata error tidak lebih dari 2.65% secara keseluruhan.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul **Pengukur Kadar Gula Darah Non-Contact Non-Invasive Berbasis Suhu Tragus-Antihelix dan Jaringan Syaraf Tiruan** dapat terselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember serta Dosen Pembimbing Anggota.
2. Sumardi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember serta Dosen Pembimbing Utama.
3. Seluruh Dosen Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.
4. Ibunda Atik Indriatie, Ayahanda Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M., adikku Faghanie Sugarizka atas seluruh dukungan dan ketulusan yang diberikan.
5. Teman-teman serta sahabat-sahabat seperjuangan di Teknik Elektro Universitas Jember yang telah membantu meluangkan pikiran dan tenaga demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan yang jauh dari kesempurnaan, baik dalam isi maupun dalam penyampaian hasil penelitian. Oleh karena itu kritik dan saran serta pengembangan amat penulis harapkan demi menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jember, September 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
LEMBAR BIMBINGAN	v
PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kadar Gula dalam Darah	6
2.2 Pengukuran Kadar Gula Darah.....	8
2.2.1 Pengukuran Kadar Gula Darah secara Invasive	8
2.2.2 Pengukuran Kadar Gula Darah secara Non-invasive	10
2.3 Thermometer Inframerah.....	11
2.3.1 Emisivitas Inframerah	11
2.3.2 Benda Hitam (Blackbodies)	12
2.3.3 Prinsip Kerja Termometer Inframerah	13

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....	15
BAB III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Tahapan Penelitian	20
3.3 Rancangan Sistem	22
3.3.1 Sistem Perangkat Keras.....	22
3.3.2 Sistem Perangkat Lunak	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Sensor Thermopile.....	26
4.2 Penguat Thermopile.....	28
4.3 Perancangan ADC dan Display Mikrokontroler	30
4.3.1 Perangkat Keras	30
4.3.2 Perangkat Lunak	31
4.4 Pengujian Konversi Analog ke Digital dengan Mikrokontroler.....	31
4.5 Penentuan Bobot dan Bias Jaringan Saraf Tiruan untuk Thermometer	32
4.5.1 Data Pelatihan	32
4.5.2 Program Pelatihan dengan Tollbox Neural Network Matlab	33
4.5.3 Kinerja Pelatihan.....	34
4.5.4 Bobot dan Bias Jaring Saraf Tiruan Thermometer	35
4.6 Pengujian Thermometer	35
4.7 Pentuan Bobot dan Bias JST untuk Pengukur Kadar Gula Darah.....	36
4.7.1 Data Pelatihan	36
4.7.2 Program Pelatihan dengan Toolbox Neural Network Matlab.....	37
4.7.3 Kinerja Pelatihan.....	38
4.7.4 Bobot dan Bias Jaring Saraf Tiruan Kadar Gula Darah.....	39
4.8 Pengujian Pengukur Kadar Gula Darah.....	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41

LAMPIRAN	42
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Perbandingan Kadar Gula dalam Darah	7
Gambar 2.2 Reaksi Enzimatis Heksokinase	9
Gambar 2.3 Pengukuran Kadar Gula Darah Non-Invasive.....	10
Gambar 2.4 Ilustrasi Gelombang Inframerah.....	12
Gambar 2.5 Termometer Inframerah	14
Gambar 2.6 Ilustrasi Prinsip Kerja Termometer Inframerah	15
Gambar 2.7 Neuron Biologis	16
Gambar 2.8 Neuron buatan McCulloch-Pitts sebagai operator matematis	17
Gambar 2.9 Struktur Umum JST	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	22
Gambar 3.3 Flowchart Pemrograman CV AVR	25
Gambar 4.1 Pengujian karakteristik Thermopile	27
Gambar 4.2 Karakteristik Thermopile	27
Gambar 4.3 Penguat untuk Thermopile	28
Gambar 4.4 Grafik penguatan Thermopile	29
Gambar 4.5 Skema Perangkat Keras Mikrokontroler	30
Gambar 4.6 Foto Perangkat Keras Mikrokontroler.....	30
Gambar 4.7 Perangkat Lunak penggunaan ADC	31
Gambar 4.8 Tampilan LCD data ADC	31
Gambar 4.9 Tollbox pelatihan JST thermometer	33
Gambar 4.10 Epoch dan Error pelatihan JST thermometer	34
Gambar 4.11 Struktur JST thermometer	35
Gambar 4.12 Tollbox pelatihan JST kadar gula darah.....	37
Gambar 4.13 Epoch dan Error pelatihan JST Kadar Gula Darah	38
Gambar 4.14 Struktur JST Kadar Gula Darah	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Pemrograman JST dan Pemrograman Konvensional	17
Tabel 4.1 Pengujian Thermopile	26
Tabel 4.2 Pengujian Penguat Thermopile	29
Tabel 4.3 Pengujian ADC	32
Tabel 4.4 Data Pelatihan JST Thermometer	33
Tabel 4.5 Nilai bobot dan Bias JST Thermometer	35
Tabel 4.6 Pengujian JST Thermometer	36
Tabel 4.7 Data pelatihan JST Kadar Gula Darah	36
Tabel 4.8 Nilai bobot dan Bias JST Kadar Gula Darah	39
Tabel 4.9 Pengujian Alat Pengukur Kadar Gula Darah	40
Tabel 4.10 Error Pengukur Kadar Gula Darah	40