

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Pendeteksi Glukosa

2.1.1 Glukosa

Glukosa adalah jenis gula sederhana atau karbohidrat yang merupakan sumber utama energi bagi tubuh manusia dan banyak makhluk hidup (Fitri & Fitriana, 2020). Ini adalah bentuk dasar dari gula yang paling penting dalam metabolisme tubuh manusia. Glukosa adalah komponen utama dalam banyak proses biologis penting, dan berperan sebagai bahan bakar utama untuk sel-sel dalam tubuh.



Gambar 2. 1 Glukosa

Sumber : <https://www.himedik.com/info/glukosa-fruktosa-sukrosa>

2.1.2 Pentingnya Pemantauan Kadar Glukosa

Pemantauan glukosa sangat penting karena kadar glukosa yang tinggi dalam darah dapat menyebabkan masalah kesehatan serius, seperti, diabetes. Penyakit diabetes adalah penyakit kronis yang terjadi karena kadar glukosa darah yang tinggi (hiperglikimia) Kondisi ini terjadi ketika tubuh tidak dapat menghasilkan cukup insulin atau tidak dapat menggunakan insulin dengan efektif. Insulin adalah hormon yang diproduksi oleh pankreas dan berperan penting dalam mengatur

kadar glukosa darah. Pemantauan yang tepat dapat membantu dalam identifikasi dini risiko ini dan memungkinkan pengambilan tindakan pencegahan atau pengobatan yang sesuai, menjaga kesehatan pasien dengan lebih baik.(Rosalina, 2018)

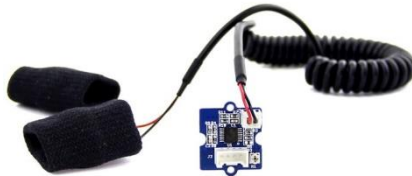
2.1.3 Defenisi Alat Pendeteksi Glukosa Non-invasif

Definisi Alat Pendeteksi Glukosa Non-invasif adalah alat atau perangkat yang dirancang untuk mengukur kadar glukosa dalam tubuh manusia tanpa harus melakukan tindakan invasif seperti pengambilan sampel darah.(Anastania, 2023) Alat ini menggunakan teknologi sensor GSR (Galvanic Skin Response) atau teknologi serupa yang memanfaatkan respons kulit terhadap listrik untuk mengukur kadar glukosa. Dengan menggunakan alat ini, pengukuran kadar glukosa dapat dilakukan secara non-invasif, cepat, dan nyaman bagi pasien tanpa perlu melakukan prosedur yang menyakitkan atau mengganggu. Alat pendeteksi glukosa non-invasif ini memiliki potensi untuk digunakan dalam pemantauan dan diagnosis penyakit seperti diabetes atau masalah kesehatan lain yang terkait dengan kadar glukosa tinggi.(Purwanti & Wisaksono, 2023)

2.2 Sensor GSR (Galvanic Skin Response)

Sensor GSR (Galvanic Skin Response), juga dikenal sebagai sensor respons kulit galvanik, adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur konduktansi atau resistansi kulit seseorang (SURYANDARU, 2022). Sensor ini bekerja dengan cara mengukur perubahan dalam konduktansi kulit yang disebabkan oleh aktivitas kelenjar keringat pada kulit. Aktivitas kelenjar keringat ini dipengaruhi

oleh berbagai faktor, termasuk tingkat stres, emosi, kecemasan, dan suhu lingkungan.



Gambar 2. 2 Sensor GSR (Galvanic Skin Response)

Sumber : https://wiki.seeedstudio.com/Grove-GSR_Sensor/

2.2.1 Prinsip Dasar Cara Kerja Sensor GSR

1. Perubahan Konduktansi Kulit

Ketika seseorang merasa stres atau mengalami perubahan emosi, aktivitas kelenjar keringat pada kulitnya akan meningkat. Kelenjar keringat mengeluarkan cairan yang mengandung garam elektrolit, seperti natrium dan klorida. Karena garam elektrolit bersifat konduktif terhadap listrik, peningkatan aktivitas kelenjar keringat ini akan menyebabkan peningkatan konduktansi kulit.

2. Sensor Elektroda

Sensor GSR biasanya menggunakan dua elektroda yang ditempatkan pada kulit, biasanya pada jari, telapak tangan, atau telapak kaki. Satu elektroda berfungsi sebagai sumber arus listrik, sedangkan elektroda lainnya berfungsi untuk mengukur resistansi kulit. Ketika arus listrik mengalir antara kedua elektroda, resistansi kulit akan berubah sesuai dengan aktivitas kelenjar keringat dan kondisi emosi pengguna.(Pratama et al., 2021)

3. Perekaman Sinyal

Sensor GSR mencatat perubahan resistansi kulit sebagai sinyal listrik. Sinyal ini dapat berupa fluktuasi tegangan atau arus listrik yang berkorelasi dengan aktivitas kelenjar keringat. Sinyal ini kemudian dapat diolah dan direkam untuk analisis lebih lanjut.

4. Interpretasi Emosi dan Stres

Informasi yang diperoleh dari Sensor GSR dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat stres atau kecemasan seseorang, serta reaksi emosi lainnya. Pada penggunaan medis atau penelitian psikologis, Sensor GSR dapat membantu dalam memahami respon fisik terhadap situasi tertentu.

Sensor GSR digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk psikofisiologi, penelitian perilaku, pemantauan stres, biofeedback, dan pengembangan perangkat medis non-invasif. Salah satu aplikasi yang mungkin adalah penggunaannya dalam alat pendeteksi glukosa, seperti yang dijelaskan dalam kutipan proposal sebelumnya, di mana perubahan aktivitas kelenjar keringat dapat digunakan untuk mengukur kadar glukosa dalam tubuh manusia secara non-invasif.

2.2.2 Aplikasi Sensor GSR

Aplikasi Sensor GSR (Galvanic Skin Response) adalah penggunaan sensor ini dalam berbagai bidang dan konteks untuk mengukur perubahan konduktansi kulit sebagai respons terhadap aktivitas kelenjar keringat dan faktor-faktor tertentu. Berikut beberapa contoh aplikasi Sensor GSR

1. Pemantauan Stres

Sensor GSR digunakan dalam pemantauan tingkat stres dan kecemasan. Perubahan dalam respons kulit dapat memberikan indikasi tentang tingkat stres seseorang, yang penting dalam pemantauan kesejahteraan psikologis.

2. Biofeedback

Dalam biofeedback, Sensor GSR digunakan untuk membantu individu mengendalikan respons fisik mereka terhadap stres. Ini dapat digunakan dalam pengelolaan stres dan relaksasi.

3. Pengembangan Alat Medis Non-invasif

Sensor GSR juga digunakan dalam pengembangan alat medis non-invasif, seperti alat pendeteksi kadar glukosa yang dirancang. Dalam konteks ini, perubahan aktivitas kelenjar keringat digunakan untuk mengukur kadar glukosa dalam tubuh manusia secara non-invasif, memberikan keuntungan dalam pemantauan kesehatan dan diagnosis.

2.2.3 Potensi Sensor GSR dalam Pemantauan glukosa

Sensor GSR (Galvanic Skin Response) memiliki potensi besar dalam pemantauan kadar glukosa dalam tubuh manusia dengan cara yang non-invasif, cepat, dan nyaman. Berikut adalah beberapa aspek potensi Sensor GSR dalam konteks ini

1. Non-invasif Salah satu keunggulan utama Sensor GSR adalah sifatnya yang non-invasif. Ini berarti alat ini tidak memerlukan pengambilan sampel darah atau prosedur invasif lainnya. Sebaliknya, Sensor GSR

hanya diletakkan pada kulit tangan atau kaki pasien. Ini menghilangkan rasa sakit dan ketidaknyamanan yang sering terkait dengan pengambilan sampel darah, membuatnya lebih mudah diterima oleh pasien.

2. Real-time Sensor GSR dapat memberikan hasil pengukuran secara real-time. Ini berarti Anda dapat melihat perubahan dalam kadar glukosa dalam waktu nyata, yang penting untuk mendeteksi perubahan yang cepat atau respons tubuh terhadap faktor-faktor tertentu. Pemantauan yang real-time memungkinkan reaksi cepat terhadap perubahan yang mungkin terjadi dalam kondisi kesehatan seseorang.
3. Kemudahan Penggunaan Sensor GSR relatif mudah digunakan dan tidak memerlukan pelatihan khusus. Pasien hanya perlu menempelkan sensor pada kulit mereka, dan alat ini akan melakukan pengukuran secara otomatis. Ini memungkinkan pasien untuk melakukan pemantauan sendiri di rumah atau di klinik dengan sedikit kerumitan.
4. Portabilitas Alat berbasis Sensor GSR biasanya memiliki ukuran yang kompak dan portabel. Hal ini memungkinkan pasien untuk membawa alat ini ke mana saja dan melakukan pemantauan sehari-hari dengan mudah. Portabilitas ini juga berarti alat ini dapat digunakan dalam situasi yang berbeda, seperti di rumah, di tempat kerja, atau selama perjalanan.
5. Potensi untuk Pemantauan Berkelanjutan Karena kemudahan penggunaan dan portabilitasnya, Sensor GSR memiliki potensi untuk pemantauan berkelanjutan. Ini memungkinkan pasien atau profesional medis untuk mengumpulkan data dalam jangka waktu yang lebih lama, yang dapat

memberikan wawasan yang lebih baik tentang fluktuasi kadar glukosa dalam tubuh.

Dengan memanfaatkan potensi ini, Sensor GSR dapat menjadi alat yang efektif dalam pemantauan kadar glukosa, membantu pasien dan profesional medis dalam mengelola kondisi terkait glukosa, seperti diabetes serta memungkinkan deteksi dini perubahan yang mungkin terjadi dalam kesehatan seseorang (Saad et al., 2020).

2.3 Teknologi Pengolahan Sinyal Digital

Pengolahan sinyal digital adalah proses untuk mengubah, memanipulasi, atau menganalisis sinyal analog (misalnya, data sensor yang berupa sinyal listrik) menjadi format digital yang dapat diolah oleh komputer atau perangkat elektronik. Ini melibatkan serangkaian operasi matematis dan pemrosesan data yang dilakukan dengan cepat dan akurat oleh perangkat lunak atau perangkat keras khusus. Berikut adalah beberapa komponen kunci dari teknologi pengolahan sinyal digital (Fransiskus Rendy et al., n.d.).

1. Sampel dan Konversi A/D Sinyal analog diambil pada titik-titik waktu tertentu dalam bentuk sampel. Proses konversi Analog ke Digital (A/D) mengubah nilai-nilai sinyal analog ini menjadi representasi digital dengan resolusi tertentu.
2. Pemfilteran digital digunakan untuk mereduksi noise (gangguan) dalam sinyal dan mempertahankan komponen yang penting dari sinyal. Ini termasuk penggunaan filter digital seperti filter rendah atau tinggi.

3. Pemrosesan dan Analisis Sinyal digital dapat diproses dan dianalisis menggunakan berbagai teknik matematis dan algoritma. Ini bisa mencakup identifikasi pola, ekstraksi fitur, atau perhitungan statistik.
4. Ekstraksi Informasi Hasil pengolahan sinyal digital digunakan untuk mengekstraksi informasi penting dari sinyal asli. Ini bisa mencakup mengukur kadar glukosa dalam konteks Anda atau mengidentifikasi respons kulit terhadap stimulus tertentu dalam konteks Sensor GSR.

2.3.1 Peran Pengolahan Sinyal Digital dalam Pendeteksi Glukosa

Dalam konteks alat pendeteksi glukosa berbasis Sensor GSR, pengolahan sinyal digital memiliki peran penting dalam meningkatkan akurasi hasil pengukuran dan memudahkan penggunaan alat. Berikut adalah beberapa peran kunci

1. Peningkatan Akurasi Pengolahan sinyal digital dapat membantu meningkatkan akurasi pengukuran kadar glukosa. Ini dapat mencakup kompensasi terhadap noise dalam sinyal, kalibrasi perangkat untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat, dan eliminasi gangguan yang mungkin memengaruhi hasil pengukuran.
2. Penyederhanaan Data Pengolahan sinyal digital dapat menyederhanakan data yang dihasilkan oleh Sensor GSR menjadi informasi yang lebih bermakna dan mudah dipahami. Hal ini memungkinkan pengguna atau profesional medis untuk melihat hasil pengukuran dalam format yang lebih intuitif.

3. Penggunaan Algoritma Pengolahan sinyal digital memungkinkan penggunaan algoritma yang kompleks untuk menganalisis respons kulit dan menghitung kadar glukosa. Algoritma ini dapat dikustomisasi dan dioptimalkan untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat.
4. Real-time Monitoring dengan menggunakan pengolahan sinyal digital, hasil pengukuran dapat diperbarui secara real-time, memungkinkan pemantauan kadar glukosa yang kontinu. Ini penting dalam mendeteksi perubahan yang cepat dalam kesehatan pasien.
5. Integrasi dengan Antarmuka Pengguna Pengolahan sinyal digital dapat mengintegrasikan hasil pengukuran dengan antarmuka pengguna yang mudah digunakan, seperti aplikasi perangkat lunak atau layar tampilan. Ini membuat alat lebih user-friendly.

Dengan menggabungkan teknologi Sensor GSR yang dapat mengukur respons kulit dengan teknologi pengolahan sinyal digital yang canggih, alat pendeteksi glukosa dapat menjadi alat yang akurat, efisien, dan nyaman dalam pemantauan kadar glukosa dalam tubuh manusia.

2.4 Ardiuno

Arduino adalah platform perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan dan prototyping berbagai macam perangkat elektronik yang berbasis mikrokontroler. Platform ini memiliki banyak kegunaan dalam berbagai aplikasi, dari alat-alat sederhana hingga proyek-proyek yang lebih kompleks (Arifin et al., 2016).

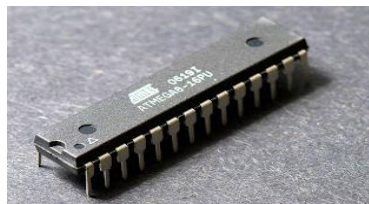


Gambar 2. 3 Arduino Uno

Sumber : <http://hmeft.student.uny.ac.id/arduino/>

2.4.1 Mikrokontroler

Arduino umumnya menggunakan mikrokontroler sebagai otaknya. Mikrokontroler adalah sebuah chip kecil yang mengontrol operasi perangkat elektronik dengan cara mengatur aliran listrik dalam berbagai cara. Arduino dilengkapi dengan berbagai jenis mikrokontroler, termasuk yang paling umum digunakan, yaitu ATmega series (RAHARJA, 2022).



Gambar 2. 4 Mikrokontroler

Sumber : <https://www.mahirelektro.com/html>

2.4.2 Lingkungan Pengembangan

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino. IDE ini

berbasis bahasa pemrograman yang mudah dipahami, terutama bagi pemula, dan mendukung berbagai papan Arduino yang berbeda.

2.4.3 Komunitas yang Besar

Arduino memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif di seluruh dunia. Ini berarti ada banyak sumber daya, tutorial, dan dukungan yang tersedia secara online. Jadi, jika peneliti memiliki pertanyaan atau mengalami kesulitan dalam proyek, peneliti dapat mencari bantuan dari komunitas Arduino.

2.4.4 Open Source

Arduino adalah platform open source, yang berarti desain perangkat kerasnya tersedia untuk umum. Ini memungkinkan peneliti untuk membuat varian Arduino mereka sendiri dan mengembangkan perangkat keras tambahan untuk digunakan bersama Arduino.

2.4.5 Modularitas

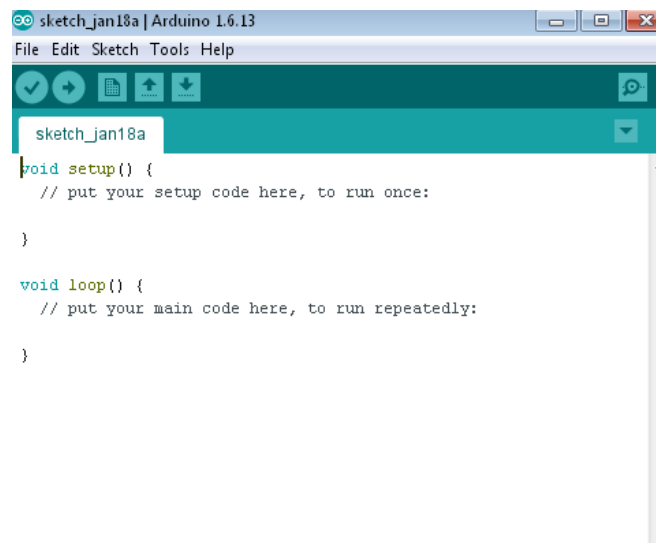
Arduino sangat modular, yang berarti peneliti dapat menghubungkan berbagai sensor, aktuator, dan perangkat tambahan lainnya ke papan Arduino dengan mudah. Ini membuat Arduino sangat serbaguna dan dapat digunakan dalam banyak proyek yang berbeda.

2.4.6 Kompatibilitas

Arduino memiliki banyak varian atau jenis papan yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan proyek. Misalnya, ada Arduino Uno, Arduino Mega, dan Arduino Nano, masing-masing dengan spesifikasi dan kemampuan yang berbeda.

2.4.7 Pemrograman

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino IDE didasarkan pada C/C++, tetapi telah disederhanakan untuk pemula, ini membuatnya lebih mudah dipahami bagi peneliti yang tidak memiliki pengalaman pemrograman sebelumnya.



Gambar 2.5 Program Ardiuno uno

Sumber : http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com_k2&view

2.5 Machine Learning

Machine Learning (ML), atau Pembelajaran Mesin, adalah subdisiplin dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang fokus pada pengembangan algoritma dan model komputer yang dapat belajar dari data dan melakukan tugas tertentu tanpa harus secara eksplisit diprogram. ML mengacu pada kemampuan sistem komputer untuk memahami, mengekstraksi, dan menggunakan pengetahuan dari data untuk membuat keputusan atau melakukan tugas tertentu.

2.5.1 Konsep Utama dalam Machine Learning

1. Data adalah bahan bakar utama dalam Machine Learning. Algoritma ML memerlukan data untuk melatih model dan membuat prediksi. Data ini bisa berupa teks, gambar, suara, atau jenis data lainnya.
2. Model ML adalah representasi matematika dari suatu sistem atau fenomena dalam data. Model ini menggambarkan hubungan antara berbagai fitur (fitur data) dan hasil yang ingin diprediksi. Model diperbarui dan disesuaikan dengan data latihan untuk meningkatkan kinerjanya.
3. Pelatihan (Training) Proses melatih model ML melibatkan memberikan model data latihan yang berisi contoh-contoh yang sudah diketahui. Model mempelajari pola dalam data ini dan mengoptimalkan dirinya sendiri untuk memahami hubungan antara fitur dan hasil.
4. Tes (Testing) dan Validasi Setelah pelatihan, model diuji menggunakan data yang tidak pernah dilihat sebelumnya (data pengujian). Tujuan tes ini adalah untuk mengukur sejauh mana model mampu membuat prediksi yang akurat dan generalisasi ke data baru.
5. Prediksi Setelah dilatih dan diuji, model dapat digunakan untuk membuat prediksi atau mengambil keputusan berdasarkan data yang belum pernah dilihat sebelumnya.
6. Algoritma ML adalah instruksi matematika yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data. Ada berbagai jenis algoritma ML, termasuk supervised learning, unsupervised learning, dan reinforcement learning, masing-masing cocok untuk tugas dan jenis data yang berbeda

2.6 Kajian Pustaka

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka

NO	PENGARANG	JUDUL	HASIL
1	Wira Hidayat bin mohd saad (2018)	Implementation of Continuous Wearable Low Power Blood Glucose Level Detection using GSR Sensor	Menerapkan sistem tertanam berdaya rendah yang dapat dipakai untuk terus memantau kadar glukosa dalam darah manusia dengan menggunakan sensor GSR. Ini kompak dengan catu daya baterai dan dapat terhubung dengan ponsel pintar secara nirkabel untuk mencatat data dua belas jam terus menerus. Hasilnya jelas menunjukkan bahwa GSR berbanding terbalik dengan nilai kadar glukosa darah.
2	Saad et al.,2020	Analisis on Continuous Wearable Device for Blood Glucose Detection Using GSR Sensor	Penelitian ini berhasil mendemonstrasikan perangkat sistem tertanam yang dapat dipakai untuk pemantauan GSR secara berkelanjutan. Perangkat dapat dihubungkan

			secara nirkabel ke ponsel cerdas dengan aplikasi terinstal didalamnya untuk tujuan tampilan. Korelasi kadar glukosa darah dan pembacaan data sensor GSR ditentukan berbanding terbalik satu sama lain dengan faktor korelasi sebesar 0,67. Persamaan ini dapat digunakan untuk prediksi pembacaan glukosa langsung dari pembacaan sensor GSR.
3	Donelli et al., 2021	Wearable Non-invasive Blood Glucose Monitor System Based on Galvanic Skin Resistance Measurement	Penelitian ini mengusulkan sistem non-invasif berdasarkan pengukuran resistansi kulit galvanic dan sistem tersebut dinilai secara ekperimental untuk mengukur kadar glukosa darah.
4	Bogue-Jimenez et al., 2022	Selection of Noninvasive Features in Wrist-Based Wearable	Studi ini mengeksplorasi kemungkinan penggunaan beberapa sensor non-invasif untuk memprediksi konsentrasi

		<p>Sensors to Predict Blood Glucose Concentrations Using Machine Learning Algorithms</p>	<p>glukosa darah. Pertama, kami menyelidiki pendekatan kami dengan menggunakan dataset OhioT1DM yang sudah ada. Kumpulan data asli telah diproses sebelumnya untuk memilih hanya fitur yang sesuai dengan perangkat yang dapat dikenakan (misalnya, detak jantung, GSR, lingkungan kulit, dan suhu lingkungan). Sembilan algoritma regresi yang berbeda, termasuk model yang dapat menjelaskan hubungan linier dan nonlinier antara konsentrasi glukosa target dan fiturnya , telah diuji.</p>
5	KJ et al., 2023	<p>IoT Based Non-Invasive Blood Glucose Measurement Using Galvanic Skin</p>	<p>n implementasi sistem pemantauan FBGL Non-invasif berbasis IOT dengan algoritma CNN untuk mengukur dan memperkirakan kadar glukosa</p>

		Response Sensor	menggunakan parameter elektrokimia pada sensor GSR.
6	Singh et al., 2020	Non-Interference Blood Glucose Screening Based On Laser Beam And Galvanic Skin Response Recorder	Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sinar laser efisien untuk BGS non-inferensi. Selain itu, panjang gelombang sinar laser tampak memiliki transmisi 30 kali lebih tinggi melalui air dan jari manusia dibandingkan dengan sinar laser NIR.
7	Bayo-Monton et al., 2018	Wearable Sensors Integrated with Internet of Things for Advancing eHealth Care	menyajikan dan mengevaluasi sistem terukur berdasarkan lima sensor yang dapat dipakai yang memungkinkan penerapan plug-and-play pada skenario penggunaan berbeda (pada Raspberry dan komputer desktop).
8	Rahman and Jambek, 2019	Biomedical Health Monitoring System Design and Analysis	Penelitian ini membahas sistem pemantauan kesehatan yang tersedia dan terdiri dari sistem pemantauan e-health dari empat sensor bio-sinyal

			berbeda EKG, suhu tubuh, aliran udara dan GSR dengan papan perlindungan e-Health
9	Iqbal et al., 2021	A Sensitivity Analysis of Biophysiological Responses of Stress for Wearable Sensors in Connected Health	Beberapa variabel biofisiologi manusia telah dieksplorasi untuk mengevaluasi dan memantau tingkat stres fisik dan mental dalam literatur terbaru. Banyak dari variabel ini telah digunakan secara independen pada perangkat berbasis sensor yang dapat dikenakan
10	Kamuran Turksoy. 2017	Use of Wearable Sensors and Biometric Variables in an Artificial Pancreas System	Penelitian ini membahas Secara keseluruhan, ST ditemukan menjadi variabel paling penting secara konsisten dari semua jenis latihan yang diuji. EE dan HR juga ditemukan menjadi variabel penting pada banyak jenis latihan. Meskipun GSR dan NBT diketahui merupakan

			<p>variabel penting selama beberapa latihan, kepentingannya mungkin terkait dengan stres atau pengaruh perubahan suhu lingkungan terhadap konsentrasi glukosa. Hasil kami menunjukkan bahwa penggunaan pengukuran biometrik tambahan dalam sistem AP dapat memberikan pengaturan konsentrasi glukosa yang lebih baik pada pasien dengan T1D.</p>
--	--	--	--