

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kronis gangguan metabolisme tubuh yang diakibatkan oleh pankreas yang tidak dapat memproduksi insulin yang cukup untuk tubuh, sehingga tubuh tidak dapat memanfaatkan insulin secara efektif. Insulin sendiri merupakan hormon yang mengatur keseimbangan gula dalam darah, jika terjadi kekurangan maupun kegagalan produksi insulin, maka dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar gula darah dalam tubuh [1]. Selain hal tersebut, makanan sehari-hari yang mengandung karbohidrat, seperti padi-padian, umbi-umbian, gula pasir, serta minuman bersoda, dan lainnya juga dapat menjadi salah satu pemicu meningkatnya kadar gula darah dalam tubuh [2].

Penyakit DM menjadi salah satu penyakit yang perlu mendapat perhatian serius karena merupakan salah satu dari empat prioritas penyakit tidak menular yang jumlahnya terus meningkat setiap tahun dan menjadi ancaman kesehatan global di era saat ini. Di Indonesia, jumlah penderita diabetes mencapai 19,47 juta orang dari total penduduk sebesar 179,72 juta jiwa, sehingga prevalensi diabetes di Indonesia mencapai 10,6% [3]. DM yang kronis apabila tidak ditangani dengan tepat, dapat menyebabkan berbagai penyakit komplikasi seperti neuropati perifer (kerusakan saraf), retinopati diabetik (kerusakan pembuluh darah), nefropati diabetik (kerusakan ginjal), neuropati otonom (detak jantung, pencernaan), kardiovaskular (jantung dan *stroke*), luka pada kulit serta infeksi [4]. Selain itu, apabila penderita DM mengalami hipoglikemia (gula darah rendah) maupun hiperglikemia (gula darah tinggi) dapat menyebabkan penderita DM hilang kesadaran [5]. Kondisi ini merupakan situasi darurat yang membutuhkan penanganan segera. Hilangnya kesadaran atau pingsan bisa diindikasikan dengan detak jantung dan saturasi oksigen yang menurun. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya kondisi kritis tersebut, diperlukan pencegahan dini dengan monitoring kondisi kesehatan secara berkala meliputi detak jantung, saturasi oksigen dalam darah, serta kadar gula darah secara rutin sehingga dapat memberikan rekomendasi kesehatan berdasarkan hasil monitoring tersebut. Saat ini yang umum digunakan

untuk melakukan pengukuran gula darah menggunakan *glucometer* berbasis sensor kimia secara *invasive* dengan sampel darah. Namun bagi orang yang memiliki *phobia* terhadap jarum hal ini dirasa kurang nyaman, sehingga menjadi kurang efektif dan efisien. Selain itu metode pencatatan riwayat hasil pengukuran masih menggunakan sistem pencatatan manual pada kertas. Hal ini dapat mengakibatkan permasalahan penelusuran data, penumpukan berkas, serta permasalahan lain seperti data yang tercecer. Dari permasalahan tersebut maka akan dibuat sistem yang dapat melakukan monitoring kondisi detak jantung, saturasi oksigen, serta kadar gula darah secara *non-invasive* tanpa melukai tubuh, dengan memanfaatkan fenomena optik.

Pada penelitian ini menggunakan sensor MAX30102 yang terdiri dari *Light Emitting Diode* (LED) inframerah dan *photodiode*, hasil keluaran sensor ini berupa tegangan yang diterima *photodiode* dari cahaya yang ditembakkan oleh *infrared*, yang kemudian diolah oleh mikrokontroler. Metode *Photoplethysmography* (PPG) secara *reflective* digunakan untuk mengukur perubahan volume darah pada pembuluh darah yang dekat dengan lapisan kulit [6]. Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa darah arteri menyerap cahaya saat denyut arteri berubah, dan keadaan pulsasi gelombang denyut tercermin dari perubahan jumlah penyerapan cahaya. Menurut hukum Beer-Lambert, saat pembuluh arteri berdenyut, perubahan volume akan membuat perubahan transmisi lintasan cahaya, dan penyerapan cahaya oleh darah arteri berubah, yang mengakibatkan perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh fotodiode, sehingga dapat diterapkan pada semua bagian tubuh yang terdapat pembuluh darah [7]. Mikrokontroler berbasis ESP8266 digunakan untuk mengelola keluaran dari sensor yang selanjutnya didapatkan nilai untuk masing-masing parameter. Kemudian untuk memudahkan dalam mengklasifikasikan kondisi gula darah berdasarkan parameter pengukuran, digunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* sendiri merupakan kerangka komputasi berdasarkan himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* yang berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy*. *Fuzzy* sendiri memiliki 3 jenis yaitu *fuzzy* Tsukamoto, *fuzzy* Mamdani dan *fuzzy* Sugeno [8]. Beberapa penelitian menggunakan logika *fuzzy* untuk dapat membuat keputusan secara dinamis. Beberapa penelitian berbasis sistem pakar atau diagnosa yang dilakukan dengan metode Tsukamoto menyatakan bahwa penelitian

dapat diselesaikan dengan baik dan efisien [9]. Berdasarkan hal tersebut akan digunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dalam penelitian ini untuk melakukan klasifikasi diagnosa. Selanjutnya hasil-hasil tersebut akan ditampilkan pada *display* kemudian dikirim ke platform *Internet of Things (IoT)* yang berfungsi sebagai bagian dari sistem monitoring.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana melakukan pengukuran detak jantung, saturasi oksigen, dan kadar gula darah tanpa melukai tubuh, serta memberikan rekomendasi secara efektif dan hasil dapat dipantau dari mana saja ?
- 2) Bagaimana performa sistem dalam pengukuran detak jantung, saturasi oksigen, gula darah, serta penentuan diagnosa oleh sistem ?
- 3) Bagaimana data hasil pengukuran dikirim serta berapakah ukuran data yang dikirim oleh sistem ke platform ?

## 1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Pengukuran dilakukan menggunakan metode PPG *reflectance*.
- 2) Pada penelitian ini menggunakan sensor MAX30102.
- 3) Subjek pengujian pada penelitian ini yaitu orang dewasa dengan usia 21 tahun ke atas.
- 4) Jenis gula darah yang akan diuji pada penelitian ini ialah gula darah sewaktu.
- 5) Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler berbasis ESP8266.
- 6) Logika *fuzzy* pada penelitian ini menggunakan metode Tsukamoto untuk menentukan diagnosa dan rekomendasi kesehatan.
- 7) *Platform* yang digunakan untuk melakukan *monitoring* menggunakan Telkom IoT.
- 8) Protokol komunikasi pengiriman data menggunakan protokol MQTT.

## 1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Membuat sistem pengukuran kadar gula darah, saturasi oksigen, dan detak jantung secara *non-invasive* dengan metode PPG *reflectance*, serta diagnosa menggunakan metode *fuzzy*, kemudian mengirimkan data hasil pengukuran ke *platform* IoT untuk keperluan pemantauan.
- 2) Melakukan uji performa dengan menghitung akurasi dan presisi, dari pengukuran sensor serta pengujian validitas *fuzzy inference system* dari sistem yang dibuat, dibandingkan dengan *software* Matlab.
- 3) Melakukan analisa pengiriman data dan pengukuran *packet length* data yang dikirim menggunakan *software* Wireshark.

## 1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sistem rekomendasi kesehatan kepada pengguna sebagai tindakan pencegahan kondisi kritis, pada pengidap diabetes melitus, serta dapat memberikan alternatif yang lebih efektif dan efisien dalam melakukan pengukuran kadar gula darah, bagi orang yang memiliki phobia terhadap jarum. Dalam jangka panjang, diharapkan sistem ini dapat membantu meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya menjaga kesehatan, memahami faktor risiko, serta meningkatkan kesadaran gaya hidup yang sehat.

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab. Pada bab 1, bagian ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah yang diangkat, batasan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bab 2, membahas tentang tinjauan pustaka, landasan teori penjelasan komponen yang digunakan, serta teori-teori pendukung lainnya. Pada bab 3 membahas mengenai alur penelitian, alat dan bahan, perancangan sistem meliputi *hardware*, *software*, dan *fuzzy inference system*, metode pengolahan data, serta metode pengujian. Bab 4 membahas hasil perancangan, hasil pengujian alat, dan analisis sistem berdasarkan hasil pengujian. Kemudian, kesimpulan dan saran penelitian pada bab 5.