

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Diabetes melitus (DM) atau lebih dikenal dengan istilah kencing manis merupakan salah satu penyakit kronis tidak menular yang paling umum diderita banyak orang, ditandai dengan adanya peningkatan kadar gula dalam tubuh. Diabetes melitus sendiri dapat terjadi dikarenakan ketidakmampuan pankreas dalam tubuh manusia untuk memproduksi insulin secara normal. Insulin merupakan jenis hormon yang dapat mengatur dan mengelola kadar gula dalam tubuh agar selalu dalam keadaan yang stabil sehingga tidak terjadinya peningkatan kadar gula dalam tubuh [1].

Di Indonesia, menurut data *international diabetes federation* (IDF) menyebutkan bahwa sekitar 19,46 juta jiwa orang di Indonesia mengidap diabetes, terjadinya peningkatan sebesar 81,8 persen dibandingkan dengan jumlah pada tahun 2019 [2]. Angka tersebut menempatkan Indonesia berada pada posisi negara dengan tingkat pengidap diabetes tertinggi kelima di dunia. WHO memperkirakan jumlah penderita DM tipe 2 di Indonesia akan mengalami peningkatan secara signifikan hingga 21,3 juta jiwa pada 2030 mendatang. Laporan yang didapatkan dari IDF juga menunjukkan bahwa sekitar 73,7 persen dari total pengidap diabetes di Indonesia sekitar 14,34 juta jiwa orang hidup dengan diabetes yang tidak terdiagnosis [3]. Diabetes melitus terbagi atas dua pengelompokan yaitu diabetes melitus tipe 1 dan diabetes melitus tipe 2, diabetes tipe 1 disebabkan oleh pankreas yang memecah sel-sel untuk produksi hormon insulin sehingga insulin tidak dapat diproduksi, Sedangkan diabetes tipe 2 disebabkan oleh kelenjar pankreas yang tidak dapat mencukupi kebutuhan insulin pada tubuh.

Gejala awal yang dapat diketahui bahwa seseorang sudah mengidap penyakit diabetes melitus atau kencing manis dapat ditandai dengan sering merasa lapar (*Polifagi*), sering merasa haus (*Polidipsi*), dan seringnya buang air kecil (*Poliuri*) yaitu urine penderita diabetes melitus umumnya menampilkan tanda

seperti dikerubuti semut. Penderita diabetes melitus menampilkan tanda dan gejala meskipun tidak semua dialami penderita, salah satunya yaitu ketika penderita mengalami luka gores maka penyembuhan dari luka tersebut akan memakan waktu yang cukup lama dan mudah untuk terinfeksi terutama pada bagian kulit penderita. Terdapat faktor yang meningkatkan terjadinya diabetes melitus tipe 2 yaitu gaya hidup dan pola makan yang tidak beraturan, serta kurangnya aktivitas fisik. Orang dengan kebiasaan merokok memiliki *risiko* terkena diabetes melitus tiga kali lebih tinggi daripada orang pada umumnya.

Indikator seseorang dapat dikatakan telah mengidap penyakit diabetes melitus adalah dengan adanya pengujian kadar gula dalam tubuh, namun kebanyakan pengujian yang dilakukan menggunakan teknik *invasive* dengan mengambil darah pasien menggunakan jarum. Cara mendeteksi penyakit diabetes melitus memerlukan biaya yang mahal, durasi yang lama untuk mendapatkan hasil dari pemeriksaan, dan rasa sakit dikarenakan pengambilan sampel darah, pada saat-saat tertentu di mana penderita diabetes merasakan takut untuk mengecek kadar gula secara *invasive* dikarenakan *Phobia* terhadap darah dan jarum [4]. Cara tersebut dirasa kurang efektif dan kurang aman bagi pasien dengan keadaan kondisi tertentu di mana penderita diabetes melitus tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel darah secara terus menerus. Dari hal tersebut merupakan salah satu penyebab masyarakat awam enggan untuk melakukan pengecekan kadar gula melalui pengambilan sampel darah. Oleh sebab itu diperlukanlah sebuah metode *non-invasive* untuk dapat menentukan klasifikasi dan kadar gula diabetes dalam tubuh tanpa harus membahayakan tubuh dari pasien.

Metode *non-invasive* dapat diterapkan untuk mampu mendeteksi diabetes melitus pada seseorang dengan media sampel lewat air mata, air liur, keringat, dan urine [5]. Terdapat juga penelitian yang menggunakan senyawa volatil (*metana*) yang terkandung dalam gas buang pernapasan. Selain itu pada penelitian yang lainnya mengatakan bahwa terjadi peningkatan kadar gas amonia pada seseorang yang mengidap penyakit diabetes melitus tipe 2 yang tersalurkan melalui urine dari penderita [6], didukung dari penelitian lainnya mengatakan terdapat kenaikan gas amonia pada kasus penderita diabetes yang lebih parah dikarenakan adanya

dekomposisi asam keton pada urine dekomposisi asam keton dapat menyebabkan bau amonia yang menyengat pada urine [7]. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan dengan mengambil urine sebagai media yang akan diukur.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Dilansir dari media Penderita diabetes di Indonesia meningkat setiap tahunnya. *World health organization* memperkirakan jumlah pasien diabetes di Indonesia, terutama yang menderita diabetes tipe 2, akan meningkat drastis hingga 16,7 juta pada tahun 2045. [8]. Ini dapat terjadi karena masyarakat Indonesia masih tidak menyadari penyakit ini dan sering menyepelekannya. Hal serupa juga disampaikan dalam agenda live education obrolan tentang diabetes yang diadakan oleh peminatan epidemiologi fakultas kesehatan masyarakat universitas muhammadiyah jakarta, di mana dikatakan bahwa pemerintah Indonesia telah meluncurkan program untuk mengurangi jumlah orang yang menderita diabetes tipe 1 dan tipe 2 [9].

Sebelumnya sudah banyak metode yang digunakan untuk dapat mendeteksi diabetes melitus pada seseorang, salah satu yang bisa diambil yaitu alat pendeteksi kadar gula dalam darah dengan menggunakan alat yang bernama glukometer dengan sistem kerja mengambil darah penderita diabetes melitus kemudian Untuk mengukur glukosa darah, sampel darah harus diambil dengan jarum suntik. Setelah itu, tempelkan sebagian sampel darah pada strip tes gula darah pada glukometer. Strip glukometer memiliki enzim yang bereaksi dengan glukosa darah. Reaksi tersebut dapat menghasilkan arus listrik yang terhubung ke glukometer dengan intensitas yang setara dengan kadar glukosa dalam darah. Dengan demikian, hasilnya dapat dihitung. Dari penjelasan cara kerja glukometer maka diketahui bahwa glukometer merupakan alat yang bersifat *invasive* karena untuk mendapat hasil diperlukan pengambilan darah pada penderita yang di mana menjadi permasalahan pada masyarakat indonesia yang cenderung takut akan darah atau *Phobia* terhadap darah. *Phobia* disini merupakan rasa ketakutan yang berlebihan pada suatu hal atau fenomena-fenomena tertentu, *Phobia* sendiri dapat mengganggu kehidupan orang yang mengidapnya [10]. *Phobia* darah dan jarum sering kali menjadi dua hal yang berkaitan di mana sama-sama menghindari

pengambilan sampel dengan suntikan jari, serta berbagai jenis suntikan lainnya. Penurunan tekanan darah dan denyut jantung adalah tanda pingsan jika seseorang tidak dapat melarikan diri dari kondisi fobia. Sekitar 70% orang yang khawatir akan darah juga khawatir akan luka dan suntikan, sementara 30% orang yang khawatir akan suntikan juga khawatir akan darah dan luka [11]. Namun disinilah terdapat solusi-solusi yang diberikan agar tetap dapat mendeteksi diabetes melitus tanpa menyakiti tubuh dari penderita dengan metode *non-invasive*.

Pada pengujian mengidentifikasi diabetes melitus terdapat beberapa cara yang telah dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Berdasarkan penelitian tersebut, ada beberapa cara untuk dapat mendeteksi diabetes melitus dengan cara menggunakan media urine maupun gas buang pernapasan, untuk media urine dapat menggunakan sensor warna dan sensor gas sedangkan untuk media gas buang pernapasan dapat menggunakan sensor gas, adapun pada media urine dapat menggunakan sensor *photodiode* dan sensor *infrared*. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya terdapatlah kelebihan dan kekurangan pada setiap metode yang digunakan baik dari media yang digunakan maupun jenis sensor yang digunakan. Seperti menggunakan sensor warna dan sensor gas yang memiliki kelebihan dari segi harga yang cenderung murah, untuk tingkat akurasi yang diberikan cukup baik, sedangkan jika menggunakan sensor *photodiode* dan sensor *infrared* hanya dapat mendeteksi fenomena optik berupa terjadinya penyerapan cahaya pada panjang gelombang spesifik kadar gula dengan tingkat akurasi yang lebih rendah.

1.1.2 Analisis Masalah

Dalam pembuatan projek ini harus mempertimbangkan banyak hal, di mana akan ditinjau dari berbagai aspek. Dari permasalahan yang diangkat dapat dianalisa berbagai aspek seperti aspek sosial, politik, budaya, pendidikan, lingkungan dan sejenisnya. Permasalahan yang diangkat sangat penting diselesaikan karena dapat menjadi pertimbangan berbagai aspek seperti berikut.

1. Aspek Ekonomi, Total biaya untuk solusi yang akan ditawarkan tidak melebihi dari Rp 1.000.000

2. Aspek *Manufacturability*, Solusi yang diberikan harus dapat digunakan dengan mudah dan menggunakan baterai sebagai sumber daya.
3. Aspek *Sustainability*, Bahan yang digunakan bersifat tahan untuk jangka panjang.
4. Aspek Etika, Solusi yang diberikan bersifat dapat menjaga privasi dari pengguna.
5. Aspek Kesehatan, Tidak menggunakan bahan berbahaya.
6. Aspek Lingkungan, Solusi yang diberikan tidak menimbulkan suara yang bising.
7. Aspek Waktu dan Sumber Daya, Dapat dikerjakan dalam waktu 6 bulan oleh satu orang dengan jam kerja 12 jam perminggu.

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisa permasalahan yang telah dibuat, maka diperlukanlah alat yang dapat mendeteksi diabetes melitus pada penderita, Sehingga dapat di analisis kebutuhan dari alat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

1. Alat yang dirancang harus mampu mendeteksi diabetes melitus dari variabel *input* yang diberikan.
2. Alat harus dapat memberikan pemberitahuan secara langsung dan menunjukkan klasifikasi diabetes dan kadar gula pada penderita.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan analisa kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem, maka dirumuskan tujuan yang akan dicapai dalam pembuatan alat ini sebagai berikut.

1. Membuat sistem agar dapat mempermudah pengguna untuk dapat mendeteksi kemungkinan sudah teridentifikasi penyakit diabetes melitus.
2. Membuat sistem agar dapat mempermudah pengguna yang takut dengan pengambilan sampel darah menggunakan jarum.

1.2 Solusi

Dari permasalahan yang ada didapat solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan aspek-aspek teknikal yang harus terpenuhi dalam

pembuatan sistem. Aspek teknis tentunya mencakup perangkat keras (*Hardware*) dan digabungkan dengan perangkat lunak (*Software*) yang dapat digunakan sebagai desain, pengkodean, dan pengujian untuk mengembangkan sebuah alat.

1.2.1 Karakteristik Produk

Alat yang akan dirancang harus memiliki tiga aspek penting yang sudah dijelaskan sebelumnya, diperlukan sebuah alat dengan karakteristik seperti berikut.

A. Fitur utama

Fitur utama dalam pembuatan alat adalah mampu memberikan informasi tentang identifikasi diabetes melitus pada seseorang dengan melalui media berupa urine di mana seseorang dikategorikan non-diabetes atau diabetes.

B. Fitur dasar

Fitur dasar dari sistem yang dibuat yaitu sebagai berikut.

1. Sistem sebagai fungsi untuk dapat mengidentifikasi diabetes melitus pada seseorang tanpa menyebabkan seseorang mengalami kesakitan.
2. Sistem sebagai fungsi peringatan kepada penderita untuk dapat terus memantau kadar gula dalam tubuh.

C. Fitur tambahan

1. Fitur tambahan pertama yaitu penggunaan daya yang rendah di mana alat tidak menggunakan pemakaian daya yang tinggi sehingga tidak memakan biaya yang tinggi sebagai contoh alat menggunakan baterai untuk dapat dijalankan sehingga dapat diganti ketika baterai sudah habis.
2. Fitur tambahan kedua yaitu alat yang akan dibuat mampu untuk memberikan informasi akurat secara langsung.

D. Sifat solusi yang diharapkan

Berikut adalah sifat solusi yang diharapkan dapat mampu menyelesaikan masalah yang sebelumnya dijabarkan.

1. Mudah digunakan, alat harus mudah digunakan baik digunakan untuk fungsi pemberitahuan secara langsung.

2. Harga terjangkau, alat yang akan dibuat diharapkan memiliki harga yang terjangkau.
3. Minimalis, bentuk alat yang akan dibuat tidak terlalu besar dan memakan banyak ruang.
4. Hemat daya, alat yang dibuat diharapkan mampu memiliki daya yang tahan lama dan juga mudah untuk melakukan pergantian daya.

1.2.2 Usulan Solusi

Dari pembahasan sebelumnya mengenai bagaimana cara agar dapat mendeteksi penyakit diabetes melitus tanpa harus menyakiti kondisi dari pasien di temukan solusi yaitu dengan menggunakan metode *non-invasive* di mana metode ini tidak menyakiti tubuh pasien dengan mengambil sampel dari tubuh pasien dengan diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan. Berikut usulan solusi tersebut yang dapat mendeteksi melalui sampel berupa cairan sebagai berikut.

1. Mendeteksi gas aseton pada gas pernapasan dengan menggunakan sensor gas.
2. Mendeteksi melalui urine dengan menggunakan sensor gas dan sensor warna.
3. Mendeteksi melalui urine dengan menggunakan sensor *infrared* dan *photodiode*.

1.2.2.1 Solusi 1 mendeteksi gas aseton pada gas pernapasan dengan menggunakan sensor gas.

Alat ini dirancang untuk mendeteksi diabetes melitus menggunakan sensor gas dengan mendeteksi gas pernapasan pada penderita yaitu berupa kadar aseton dalam tubuh penderita, sensor yang digunakan sensor gas sensor ini memiliki kepekaan yang tinggi untuk mendeteksi gas aseton dalam hembusan nafas. Pembacaan sensor yang diproses oleh mikrokontroler dan akan ditampilkan dalam layar *LCD*. Penderita yang melakukan pengukuran kadar gula darah menggunakan gas buang pernafasan dapat langsung melihat hasilnya secara *real-time* tanpa perlu menyalakan perangkat lain.

1.2.2.2 Solusi 2 mendeteksi melalui urine dengan menggunakan sensor gas dan warna

Alat yang dibuat menggunakan sensor warna dan sensor gas di mana sensor warna digunakan untuk mendeteksi warna dalam urine yang telah dilarutkan menggunakan larutan *Benedict*. Jika perbandingan jumlah urine dan larutan *Benedict* adalah sepuluh mililiter urine dan lima mililiter larutan *Benedict* dari campuran urine dan larutan, akan terjadi perubahan warna yang berbeda dengan kondisi kadar gula yang berbeda. Sensor warna mengubah warna menjadi frekuensi dengan nilai 0-255. Sensor gas juga digunakan, seperti sensor warna, untuk mendeteksi kadar gas amonia dalam urine. Kemudian data dari kedua sensor tersebut akan diolah oleh mikrokontroler dan ditentukan klasifikasi diabetes untuk menentukan penderita positif atau negatif diabetes melitus.

1.2.2.3 Solusi 3 mendeteksi melalui urine dengan menggunakan *infrared* dan *photodiode*

Perangkat ini menggunakan sensor inframerah dan fotodiode untuk membaca pengukuran. Ia menggunakan fenomena optik berupa penyerapan cahaya pada panjang gelombang dalam spesifikasi glukosa darah 750-2500 nm dan panjang gelombang inframerah 750-10000 nm, dan sensor membaca tegangan yang diterima. Fotodiode dinyalakan oleh sensor infra merah dan tegangan yang dihasilkan diubah menjadi hasil dalam bentuk mg/dl. Sistem ini menggunakan sinar infra merah sebagai pemancar cahaya untuk menerangi objek yang akan dianalisis yaitu jari. Cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya melewati jari sebelum masuk ke fotodiode. Salah satunya adalah molekul glukosa dalam darah. Molekul gula darah ini menyebabkan perubahan intensitas cahaya yang diterima fotodiode. Nilai tegangan yang diterima dari fotodiode diproses oleh mikrokontroler. Sensor kemudian mengubah data analog menjadi data digital untuk memperoleh hasil yang diinginkan dan menampilkannya pada LCD.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Dari tiga solusi yang telah diberikan, maka dapat di analisis kebutuhan dan solusi yang ditentukan dari hasil *House of Quality* (HoQ) untuk mendapatkan solusi mana yang terbaik. Terdapat tiga tingkat keterhubungan *House of Quality*

yakni dengan menggunakan simbol pada tingkat tinggi berhubungan erat dengan simbol berupa lingkaran dengan lingkaran di dalamnya dengan skor 3, selanjutnya tingkat sedang berhubungan normal dengan simbol berupa lingkaran penuh dengan skor 2, dan yang terakhir tingkat rendah berhubungan kurang dengan simbol berupa segitiga dengan skor 1. Untuk tabel yang kosong berarti tidak memiliki hubungan sama sekali.

House Of Quality		△	△	△	△	△	△	△	△	▽	
		Technical Specifications (How)									
		Konsumsi daya rendah	Ukuran kecil	Berat ringan	Baterai	Mudah digunakan	Harga terjangkau	Hemat daya	Deteksi akurat	Tampilan estetik	Total
Customer Requirements (What)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Harga kurang dari 1 juta	△	○	○	○	◎			◎	△	
4	Mudah digunakan					◎				○	
4	Bersifat jangka panjang		○		◎			△			
4	Tidak menggunakan bahan berbahaya				○						
5	Akurat								◎		
3	Desain sederhana dan menarik		○	△		◎	△			○	
		5	24	13	30	21	18	4	30	19	164
		3,05%	14,6%	7,9%	18,2%	12,8%	11%	2,4%	18,2%	11,6%	100%

Gambar 1.1 House Of Quality (HoQ)

Bobot hubungan:

- = 3 (Berhubungan erat) △ = Maksimal
- = 2 (Berhubungan biasa) ▽ = Minimal
- ▲ = 1 (Berhubungan rendah)

Pada gambar diatas menampilkan hasil perhitungan untuk memenuhi kebutuhan alat yang akan dirancang, di mana setelah dilakukan proses tersebut didapatkan hasil untuk setiap *technical specification*. Berikut diberikan hasil akhir dari setiap solusi yang telah dianalisis dengan menggunakan metode *House of Quality*.

Solusi 1	3	2	3	1	1	3	3	2	2	1,92
Solusi 2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2,68
Solusi 3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1,84

Gambar 1.2 Analisis Setiap Solusi

Dapat dilihat dari gambar diatas setelah melakukan metode didapat hasil untuk setiap solusi, yaitu solusi 1 mendapatkan total nilai sebesar 1,92. Solusi 2 mendapat total nilai sebesar 2,68. Dan solusi 3 yang terakhir mendapat total nilai 1,84. Berdasarkan hasil tersebut didapat solusi terbaik yaitu pada solusi 2 di mana dengan total nilai tertinggi, sehingga solusi 2 menjadi solusi terbaik yaitu dengan mendeteksi diabetes melitus menggunakan media urine dideteksi menggunakan sensor warna dan sensor gas.

1.2.4 Solusi yang dipilih

Dari hasil analisis menggunakan HoQ didapatkan hasil yang memiliki total nilai tertinggi adalah pada solusi 2. Nilai ini diperoleh dari perhitungan poin-poin pada setiap solusi, di mana pada HoQ dapat dilihat bahwa poin yang menunjukkan alasan pemilihan solusi 2 pada ukuran yang kecil sehingga tidak memakan banyak tempat untuk menggunakannya, sudah menggunakan baterai sehingga mudah untuk dipindah-pindahkan kemana saja tanpa harus mengkhawatirkan kembali daya yang harus digunakan pada alat, kemudahan dari penggunaan alat, dan terakhir yaitu berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang telah menggunakan solusi-solusi yang diberikan didapatkan bahwa tingkat akurasi yang sangat baik untuk dapat mendeteksi diabetes melitus terdapat pada Solusi 2. Karena itu solusi yang digunakan untuk dapat menyelesaikan permasalahan tentang mengidentifikasi diabetes melitus yaitu solusi 2 mendeteksi dengan menggunakan sensor warna dan sensor gas.

