

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Oksigen merupakan salah satu kebutuhan dasar paling vital dalam kehidupan manusia. Oksigen memegang peranan penting dalam proses oksigenasi. Proses pendistribusian oksigen ke dalam sel dan jaringan tubuh melalui hemoglobin dalam darah disebut oksigenasi (Abbas, 2019; Kusnanto, 2016). Kebutuhan oksigenasi merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang digunakan untuk kelangsungan metabolisme sel manusia dan aktivitas berbagai organ atau sel. Jika manusia tidak mendapatkan oksigen dalam beberapa menit, maka akan menyebabkan kerusakan otak dan akan menyebabkan kematian (Effendy dkk, 2009).

Kekurangan oksigen dalam tubuh akan menyebabkan gangguan pada proses oksigenasi. Beberapa gangguan oksigenasi yang ditimbulkan seperti Hipoksemia, hipoksia, anemia, dan lain sebagainya. Hipoksemia adalah suatu keadaan di saat tubuh kekurangan oksigen dalam darah yang memadai. Hipoksemia dapat menyebabkan hipoksia, sehingga jaringan gagal melakukan metabolisme secara efektif (Gutierrez, 2006). Kondisi ini berbahaya karena dapat mengganggu fungsi otak, hati, dan organ lainnya dengan cepat (Budi dkk, 2019). Gejala yang timbul apabila kadar oksigen dalam darah rendah dengan gejala yang lain yaitu sesak napas, napas cenderung cepat dan detak jantung yang cepat. Hipoksemia sulit untuk dikenali dengan mata manusia bahkan dalam kondisi yang ideal. Oleh sebab itu, diperlukan pemantauan yang lebih seperti pengukuran kadar oksigen dalam darah (Effendy dkk, 2009).

Pada umumnya, metode yang digunakan untuk pendiagnosaan Hipoksemia adalah pengukuran Analisa Gas Darah (dalam bahasa inggris: *Arterial Blood Gas (ABG)*). Analisa gas darah merupakan tes darah yang melibatkan tusukan arteri dengan jarum dan suntikan kecil dan menarik sejumlah kecil darah. ABG merupakan metode emas diagnosa Hipoksemia yang valid karena dapat mengukur pH darah arteri, PCO₂, PaO₂, SaO₂, dan keseimbangan asam basa dengan tingkat keakuratan tinggi. Namun, metode ini merupakan tindakan *invasive* yang akan menimbulkan rasa nyeri, memerlukan waktu lama, biaya pemeriksaan mahal, sulit,

dan berpotensi berisiko (Jahan dkk, 2014). Serta pengukuran ABG hanya bisa dilakukan di tempat medis seperti rumah sakit atau puskesmas, yang berarti akan membutuhkan waktu yang lama (Yuniarti dkk, 2020).

Salah satu metode yang bisa digunakan untuk mendeteksi Hipoksemia adalah tes *pulse* oksimeter (Stone, 2007). Oksimeter termasuk alat kategori *non-invasive*, artinya oksimeter tidak memerlukan sampel darah yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh untuk memonitor kadar saturasi oksigen dalam darah serta untuk mengkaji keadaan fisik pasien (Andrey, 2006). Oksimeter mempunyai kemampuan yang baik sebagai alat monitoring saturasi oksigen perifer (SpO₂), dengan akurasi dan kemampuan yang baik untuk mendeteksi dan *me-monitoring* gejala Hipoksemia, namun tidak digunakan sebagai alat untuk diagnosis Hipoksemia (Effendy dkk, 2009).

Pendeteksian Hipoksemia tidak bisa dilihat secara langsung, karena gejala yang muncul sangat umum dan sulit untuk dideteksi. Salah satu gejala yang bisa dideteksi apabila kadar oksigen dalam darah mulai rendah, akan ada perubahan pada frekuensi detak jantung. Hal ini terjadi karena tubuh tidak menerima suplai oksigen yang cukup, sehingga jantung memompa darah lebih banyak (Sherwood, 2011). Metode tes oksimeter dapat mengukur saturasi oksigen dan detak jantung, yang menjadi variabel yang berkaitan dengan sistem pernapasan (Comesaña-Campos dkk, 2020). Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa saturasi oksigen dan detak jantung dapat dijadikan variabel pendeteksian Hipoksemia (Iswanto & Megantoro, 2020; Yuniarti dkk, 2020). Persentase saturasi oksigen normal pada manusia akan sama pada seluruh jenjang umur baik bayi baru lahir hingga lansia sehat tanpa adanya gangguan fungsi paru, yakni 95%-100% (WHO, 2011). Detak jantung normal pada orang dewasa yakni 60-90 BPM (Avram dkk, 2019).

Saat ini, teknologi berkembang sangat cepat di berbagai bidang, termasuk pada bidang medis, teknologi biomedis dan informatika. Beberapa penelitian pada bidang teknologi biomedis dan informatika salah satunya adalah sistem deteksi atau diagnosa penyakit seperti Hipoksemia, hipoksia, hipotermia, hipertensi, dan lain sebagainya. Sistem cerdas ini umumnya dikenal sebagai *Artificial Intelligence of Things* (AIoT). AIoT merupakan salah satu teknologi yang sedang ramai digunakan saat ini. AIoT adalah kombinasi dari *Artificial Intelligence* dan *Internet of Things*

(Ghosh dkk, 2018). Salah satu *tools* yang digunakan dalam teknologi AIoT adalah Arduino.

Arduino merupakan mikrokontroler IC (*Integrated Circuit*) *hardware* berukuran kecil yang bisa diprogram menggunakan komputer. Mikrokontroler ini dapat diintegrasikan dengan berbagai modul dan sensor untuk digunakan sebagai teknologi cerdas. Salah satunya adalah MAX30100, yang merupakan sensor berbasis sinyal *Photoplethysmograph* (PPG) dengan metode *reflectance*, di mana terdapat LED merah dan inframerah sebagai sumber cahaya serta *photodiode* sebagai sensor cahaya (Stone, 2007; Yanuardhi dkk, 2016). Arduino diintegrasikan dengan modul oksimeter sensor MAX30100 untuk membaca hasil detak jantung BPM (*beats per menit*) dan saturasi oksigen (SpO₂). Hasil bacaan sensor tidak menjelaskan apakah termasuk detak jantung yang normal atau tidak, serta saturasi oksigen yang normal atau tidak. Serta tidak dapat mengklasifikasikan data untuk pendeteksian Hipoksemia. Ada kekaburan pada pemetaan data hasil pengukuran yang membutuhkan metode untuk mengklasifikasikan data tersebut. Artinya dengan mengetahui data saturasi oksigen dan detak jantung tidak bisa menyimpulkan bahwa Hipoksemia parah, sedang, ringan, atau normal. Dibutuhkan aturan dari seorang pakar atau algoritma pelatihan untuk melakukan klasifikasi pendeteksian. Salah satu metode untuk pemetaan data untuk klasifikasi atau pendeteksian adalah logika *Fuzzy* (Cox, 1994; Kusumadewi & Purnomo, 2010).

Logika *Fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, serta dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti sedikit, lumayan, dan sangat (Setiawan dkk, 2018). Logika *Fuzzy* telah banyak diaplikasikan dalam bidang kedokteran dan informatika, yang di dalamnya tidak terdapat kepastian yang jelas. Bidang kedokteran menjadi contoh permasalahan untuk aplikasi logika *Fuzzy*, karena terdapat ketidak tepatan pengukuran, ketidakpastian, keanekaragaman dan subjektivitas yang secara jelas hadir dalam melakukan diagnosa medis (Khanale & Ambilwade, 2011). Pendekatan logika *Fuzzy* memiliki kelebihan pada hasil yang terkait dengan sifat kognitif manusia, khususnya pada situasi yang melibatkan pembentukan konsep, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang tidak pasti atau tidak jelas.

Terdapat tiga metode dalam sistem inferensi *Fuzzy* yang sering digunakan, yaitu *Tsukamoto*, *Mamdani*, dan Takagi *Sugeno*. Sebagai salah satu metode dalam *Fuzzy*, inferensi *Fuzzy Mamdani* merupakan kerangka kerja linguistik, di mana proses berpikir manusia dapat dimodelkan. Inferensi *Fuzzy Mamdani* telah digunakan secara luas sehingga memungkinkan penggunaan inferensi *Fuzzy Mamdani* untuk menggambarkan keahlian pakar secara lebih intuitif, yang lebih mirip pakar dalam pengambilan keputusan (Negnevitsky, 2005). *Mamdani* merupakan salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada. Kelebihan *Fuzzy Mamdani* yakni lebih intuitif (menyerupai pola pikir manusia), diterima oleh banyak pihak, mencakup bidang yang luas dan sesuai dengan proses *input* informasi manusia (Yuliana, 2019).

Dari beberapa penelitian sebelumnya, penerapan Arduino menggunakan logika *Fuzzy* pada dunia kesehatan telah banyak dilakukan oleh para peneliti seperti membuat *Detection of Hypoxic Symptoms System Based on Oxygen Saturation and Heart Rate Using Arduino Based Fuzzy Method*, yang dilakukan oleh (Iswanto & Megantoro, 2020), *A cloud-based pervasive application for monitoring oxygen saturation and heart rate using Fuzzy-as-a-service* oleh (Pandya dkk, 2021), serta Sistem Deteksi Penyakit Hipoksemia, Hipotermia, Hipertensi, dan Diabetes Menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* yang dilakukan oleh (Yuniarti dkk, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh (Iswanto & Megantoro, 2020) membuat sistem untuk mendeteksi gejala hipoksia menggunakan algoritma *Fuzzy Sugeno*. Sensor MAX30100 yang dihubungkan dengan Arduino digunakan untuk mendapatkan data detak jantung dan saturasi oksigen (SpO2), yang selanjutnya data diproses dengan *Fuzzy Sugeno* dan data *output* ditampilkan pada aplikasi android yang dihubungkan dengan modul *bluetooth*. Penelitian ini berhasil dijalankan dengan akurasi sistem *Fuzzy* mencapai 100% pada 12 kali percobaan data dan didapatkan *error* pada alat 2,96% untuk saturasi oksigen dan 2,86% untuk detak jantung. Kekurangan dari penelitian ini adalah variabel *input* yang hanya detak jantung dan saturasi oksigen. Seharusnya bisa ditambah dengan variabel skor gejala yang lain agar hasil dari klasifikasi lebih tepat dan akurat. Serta desain alat yang terlalu besar sehingga kurang fleksibel untuk dibawa ke mana-mana.

Penelitian yang dilakukan oleh (Pandya dkk, 2021), mengembangkan sistem yang memantau kesehatan individu dari jarak jauh. Peneliti membuat

aplikasi *real-time* berbasis *cloud* yang memantau saturasi oksigen dan detak jantung menggunakan *Fuzzy-as-a-service*. Pengukuran pengumpulan data saturasi oksigen dan denyut nadi yang diperoleh dari sensor *wearable* BM2000A *wrist pulse oximeter* secara *real-time*. Metode yang digunakan adalah sistem logika *Fuzzy* berbasis *cloud* baru. Metode ini mencakup penggunaan sistem *Fuzzy* dalam bentuk layanan web berbasis *cloud* (*Fuzzy-as-a-service*). Metode untuk pemrosesan informasi dari sensor, penelitian ini menggunakan sistem *Fuzzy* berdasarkan standar IEEE 1855-2016. Nilai *output* informasi kesehatan individu ditampilkan pada aplikasi *smartphone* sebagai *feedback* kepada *user*. Ke depannya, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat diperluas untuk mendeteksi gejala COVID-19 dengan memanfaatkan sensor suhu, detak jantung, dan SpO2.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Yuniarti dkk, 2020), membuat alat untuk mendeteksi penyakit Hipoksemia, hipertensi, dan diabetes menggunakan *Fuzzy Tsukamoto*. Penelitian ini membuat *Health Care Kiosk* yang dapat digunakan pasien untuk cek kesehatan secara mandiri dengan hasil yang cukup akurat (*error* di bawah 5%), cepat, dan mudah digunakan. Untuk klasifikasi menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* sudah teruji dengan melakukan percobaan sebanyak 20 kali dan pengujian sistem sebesar 100%.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan membangun sistem pendeteksian gejala Hipoksemia berbasis Arduino yang berjudul “Sistem Pendeteksian Hipoksemia berbasis Arduino menggunakan *Fuzzy Mamdani*”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang sistem pendeteksian Hipoksemia dengan mengimplementasikan logika *Fuzzy Mamdani* berdasarkan saturasi oksigen dan detak jantung berbasis Arduino?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai adalah untuk pengimplementasian logika *Fuzzy Mamdani* dan sistem pendeteksian Hipoksemia berdasarkan saturasi oksigen dan detak jantung .

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk sistem pendeteksian secara dini Hipoksemia berbasis Arduino dengan implementasi logika *Fuzzy Mamdani* berdasarkan saturasi oksigen dan detak jantung.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan mengenai sistem pendeteksian Hipoksemia akan dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya mencakup pendeteksian Hipoksemia berdasarkan saturasi oksigen dan detak jantung
2. Penelitian ini tidak membahas pembuatan alat.
3. Penelitian ini tidak membahas secara detail tentang darah, oksigen, dan proses kimianya.
4. Penelitian ini hanya membahas sistem pendeteksian Hipoksemia.
5. Penelitian ini tidak mencakup pendiagnosaan hipoksia.
6. Penelitian ini menggunakan jaringan lokal (intranet) untuk pengiriman data dari Arduino ke server.