

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Paru-paru adalah organ tubuh manusia yang memiliki fungsi utama sebagai tempat pertukaran oksigen dan karbon dioksida^[1]. Setiap manusia memiliki kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan yang berbeda-beda. Kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan, umumnya dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, aktivitas tubuh dan juga penyakit yang diderita. Faktor lain yang juga mempengaruhi frekuensi pernapasan adalah posisi tubuh dan suhu tubuh.

Pengukuran kapasitas vital paru-paru dilakukan untuk mengetahui volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan dalam satu kali bernapas setelah inspirasi maksimal^[2]. Pengukuran frekuensi pernapasan dilakukan untuk menghitung jumlah pernapasan yang dilakukan per menit^[3]. Pengukuran berbagai volume dan kapasitas vital paru-paru bermanfaat untuk pendiagnosaan, pendeteksian dan penanganan berbagai gangguan pada sistem pernapasan termasuk indikasi keadaan penyakit, seperti *pneumotoraks* atau penyakit kronis *obstruktif* paru-paru yang berada pada peringkat ketiga penyebab kematian di dunia berdasarkan data yang dihimpun WHO (*World Health Organization*) pada tahun 2019^{[4][5][6]}.

Pengukuran kapasitas vital paru-paru dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode analog dan metode digital. Pengukuran dengan menggunakan metode analog memberikan hasil berupa spirogram berbentuk grafik yang membutuhkan perhitungan lebih lanjut untuk mengetahui nilai kapasitas vital paru-paru. Pengukuran dengan menggunakan metode digital terbagi menjadi dua prinsip yaitu prinsip baling-baling dan prinsip aliran ultrasonik. Prinsip baling-baling memiliki kekurangan pada keakuratan hasil pengukuran karena pada laju aliran tinggi baling-baling dapat terus berputar karena inersia meskipun aliran udara telah berhenti. Penggunaan prinsip aliran ultrasonik pada spirometer merupakan metode tercanggih saat ini namun alat ukur

ini memiliki harga yang cenderung mahal dibandingkan spirometer jenis lainnya^[7].

Metode pengukuran frekuensi pernapasan dilakukan secara manual dengan menghitung pergerakan naik-turunnya rongga dada^[8] dan memiliki kekurangan yaitu hasil yang diperoleh bergantung pada orang yang melakukan pengukuran sehingga alat pengukuran kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan membutuhkan pengembangan lebih lanjut agar mendapatkan hasil yang mudah dipahami, akurat dan presisi.

Pengembangan rancang bangun alat ukur kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan dengan menggunakan sensor serat optik telah dilakukan beberapa peneliti. Sensor serat optik dipilih dalam pengembangan instrumentasi medis dikarenakan sensor serat optik memiliki kelebihan diantaranya respon pengukuran yang sangat cepat, memiliki sensitivitas tinggi, presisi dan akurasi yang tinggi, kebal terhadap interferensi elektromagnetik dan interferensi frekuensi radio, ringan, kuat dan rentang hidup yang lebih lama, serta lebih tahan terhadap lingkungan yang keras^{[9][10]}.

Lukita^[11] mengembangkan alat ukur frekuensi pernapasan manusia berbasis sensor serat optik dan menampilkan hasil pada LCD 16C. Alat ukur yang dirancang hanya mampu mengukur satu pengukuran dan masih dapat dikembangkan untuk dapat mengukur besaran lain. Suraya^[12] mengembangkan sistem monitoring pernapasan berdasarkan perubahan parameter fisis dengan menggunakan serat optik berstruktur SMS (*Singlemode Multimode Singlemode*). Serat optik direntangkan di atas matras kemudian naracoba tidur di atas serat optik dengan posisi serat optik berada pada pusat punggung. Sensor serat optik akan mendeteksi perubahan tekanan yang mengenai sensor saat naracoba menghirup dan menghembuskan udara kemudian diindera sebagai frekuensi pernapasan. Batasan pada penelitian ini adalah apabila naracoba menggerakkan tubuhnya saat pengukuran maka akan mempengaruhi hasil pengukuran.

Pengembangan rancang bangun kapasitas vital paru-paru dilakukan oleh Unni, dkk^[13] dengan memperkirakan kapasitas vital paru-paru secara noninvasif dengan mengukur volume udara yang dihembuskan oleh paru-paru ke dalam

balon bulat. Ekspansi balon akan mendorong fleksibel strip, pergerakan fleksibel strip diukur dengan sensor serat optik termodulasi intensitas dan diperoleh perkiraan kapasitas vital paru-paru. Hasil dari sensor dibandingkan dengan perangkat referensi standar. Rentang kesalahan yang diperoleh berkisar antara 19% s.d 25%. Batasan dari penelitian ini yaitu jika volume udara yang dihembuskan ke balon belum terekspansi sampai fleksibel strip terdorong maka sensor belum dapat menghitung kapasitas vital paru-paru.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, penggunaan serat optik dalam mengukur kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan dalam satu alat belum dikembangkan. Hal ini yang mendasari untuk dilakukannya pengembangan alat ukur kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia berbasis sensor serat optik tipe *step index multimode* dengan menampilkan hasil dengan menggunakan LCD 16C. Serat optik tipe *step index multimode* memiliki diameter *core* 50 μm dan lebih besar dibandingkan diameter *core* serat optik tipe *single mode*, sehingga dalam proses pemasangannya lebih mudah.

I.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan alat ukur kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia berbasis sensor serat optik dengan metode ekstrinsik. Alat ini menampilkan hasil kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia dengan menggunakan LCD secara *real time*.

Hasil pengembangan alat ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penderita gangguan pernapasan dalam melakukan pemeriksaan kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan di rumah dengan hasil keluaran yang lebih mudah dipahami, menggunakan alat yang sederhana dengan harga yang terjangkau.

I.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi perancangan serat optik sebagai sensor pengukuran kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan,

perancangan alat secara keseluruhan dan analisa hasil akhir. Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu:

1. Serat optik yang digunakan adalah FD-620-10 tipe *step-index multimode*.
2. Metode yang digunakan dalam merancang sensor serat optik adalah secara ekstrinsik.
3. Menentukan dan menampilkan kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia secara *real-time* pada *Liquid Crystal Display (LCD)* 16x2 karakter.
4. Laser dioda digunakan sebagai sumber cahaya dan fotodetektor yang digunakan yaitu OPT101 serta sistem perancangan alat ukur kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia dengan menggunakan Arduino UNO R3.
5. Alat ukur yang dihasilkan hanya melakukan pengukuran kapasitas vital paru-paru dan frekuensi pernapasan.

