

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era yang modern ini ilmu pengetahuan terus berkembang, begitu pula dengan ilmu dan teknologi dalam dunia medis yang berkembang dengan pesat. Saat ini, perkembangan teknologi medis tersebut baik dalam bidang kesehatan maupun teknologi medisnya sangat membantu manusia dalam mengatasi permasalahan yang memiliki kaitan dengan tubuh manusia. Misalnya adalah pemeriksaan hemodinamik pada manusia yang semula dipantau dengan cara invasif, saat ini sudah memiliki cara untuk dipantau dengan cara non invasif. Pemeriksaan hemodinamik merupakan pemantauan terhadap parameter fisiologis pada sistem kardiovaskular. Parameter fisiologis tersebut meliputi *heart rate* (HR), Tekanan darah (BP), *Stroke volume* (SV), *cardiac output* (CO), dan *total peripheral resistance* (TPR) (Thanachartwet et al., 2016).

Stroke volume (SV) merupakan salah satu parameter fisiologis hemodinamik yang penting untuk menilai fungsi jantung sebagai pompa. Faktor penting dari evaluasi mekanik jantung adalah pengukuran dan perubahan dari SV dalam menanggapi rangsangan fisiologis atau farmakologis, terutama untuk manajemen hemodinamik pasien sakit kritis dan evaluasi pasca operasi di unit perawatan intensif (ICU) (Yazdanian, 2016). SV adalah jumlah darah yang dikeluarkan setiap siklus jantung yang berasal dari ventrikel. SV dapat dihitung dengan mengurangi volume sistolik akhir dari volume akhir diastolik. SV juga dapat dihitung dengan membagi curah jantung dengan denyut jantung. SV diukur dengan menggunakan satuan liter (Chuang et al., 2019). SV normal biasanya berkisar antara 50 - 100 mL. (Sidebotham & Le Grice, n.d., 2015)

Saat ini *Stroke volume* (SV) dapat diukur dengan menggunakan alat Ekokardiografi Doppler (DE). Ekokardiografi adalah suatu alat yang menggunakan gelombang ultrasound untuk pemeriksaan jantung dan pembuluh darah besar (Sari, 2017). Prinsip kerja dari alat DE adalah memancarkan gelombang *ultrasound* ke objek bergerak seperti eritrosit (sel darah merah) yang kemudian akan

menghasilkan frekuensi suara. Salah satu manfaat dari DE adalah untuk memantau parameter hemodinamik seperti *stroke volume*, *cardiac output* dan interaktivitas (Sirait, 2020). Namun, DE ini masih memiliki kelemahan yaitu pengukuran yang rumit dan tidak dapat diukur secara kontinu. Sehingga dibutuhkan suatu alat yang dapat mempermudah pengukuran dan dapat mengukur SV secara kontinu.

Seiring berkembangnya teknologi medis saat ini, banyak peneliti yang mencoba untuk mengembangkan dan memberikan inovasi untuk membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk mempermudah pengukuran dan monitoring *stroke volume* (SV). Beberapa metode lain yang digunakan untuk mengukur SV seperti Termodilusi transpulmonal (*Transpulmonary thermodilution*) sistem PiCCO, Pengenceran pewarnaan transpulmonary (*Transpulmonary dye dilution*), dan metode *impedance cardiography* (ICG) (Malbrain et al., 2016).

Malbrain (2016) menyebutkan bahwa Termodilusi transpulmonal (*Transpulmonary thermodilution*) dengan sistem PiCCO adalah sebuah metode pengukuran curah jantung dan *stroke volume* (SV) yang memungkinkan untuk dipantau secara terus-menerus. Metode ini menggunakan kateter vena sentral dan jalur arteri dengan termistor pada ujung kateter. Kelebihan dari alat ini adalah pengukuran berselang dan kontinu pada curah jantung serta dapat melakukan pemantauan dengan variabel tambahan yaitu pemantauan SV dan *stroke volume variation* (SVV). Kekurangan dari metode ini adalah pengukurannya bersifat invasif dan memerlukan jalur spesial arteri dan vena sentral. Pengenceran pewarnaan transpulmonary (*Transpulmonary dye dilution*) adalah sebuah metode pengukuran curah jantung yang tersedia dengan cepat dan secara *real-time*. Metode ini memiliki variabel tambahan yang dapat dihitung yaitu *pulse pressure variation* (PPV) dan SVV. Metode ini bekerja dengan menggunakan lithium chloride yang disuntikan melalui vena sentral atau perifer. Kemudian menggunakan sensor selektif lithium dalam kateter arteri untuk menghitung perubahan kadar lithium chloride. Metode ini akan menghitung curah jantung dengan menggabungkan pengukuran dari perubahan kadar lithium chloride dengan metode analisis kontur nadi. Kelebihan dari alat ini adalah hasil perhitungan didapatkan dengan cepat dan *real-time*, serta dapat menghitung PPV dan SVV. Sedangkan kekurangan dari alat

ini adalah tidak adanya perhitungan volume curah jantung, memiliki kemungkinan efek toksik dengan penggunaan lithium dalam jangka panjang, bersifat invasif, dan tidak dapat digunakan pada anak-anak, pasien dengan berat badan dibawah 40 kg dan pasien dibawah pengaruh relaksan otot. Dengan adanya uraian mengenai kelebihan dan kekurangan alat tersebut bertujuan agar dapat menjadi pertimbangan untuk penelitian dalam mengembangkan alat pengukur SV kedepannya yang sesuai dengan tuntutan dan harapan pasien sebagai konsumen.

Dalam memenuhi harapan pasien atau konsumen untuk mendapatkan suatu alat pengukur *stroke volume* (SV) yang mudah, aman, murah, non invasif, dan memiliki akurasi yang baik, beberapa peneliti telah melakukan penelitian menggunakan sebuah alat yaitu *Impedance cardiography* (ICG). ICG didasarkan pada model toraks, teknik ini merupakan teknik non invasif, sederhana, andal, aman, tanpa rasa sakit, biaya rendah, dan cepat untuk mengukur volume darah tingkat aorta karena adanya perubahan impedansi di setiap siklus jantung (Benabdallah & Kerai, n.d., 2018). Teknik yang paling umum digunakan untuk ICG adalah menggunakan empat buah elektroda yang terdiri dari dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda yang mendeteksi perubahan tegangan. Amplitudo arus pada ICG bernilai konstan, sehingga tegangan yang terdeteksi sebanding dengan impedansi jaringan. Penelitian ini menyatakan ICG sebagai penilaian hemat biaya memungkinkan untuk diagnosis, optimalisasi terapi dan tindak lanjut pasien terapi, bahkan pada pasien dengan hipertensi resisten. Pendekatan terapi yang dipandu hemodinamik ini memiliki manfaat dalam evaluasi dan manajemen pasien hipertensi yang berfokus pada penyebab peningkatan tekanan darah dan mekanisme patofisiologinya, memungkinkan kontrol tekanan darah yang lebih baik dan potensi pengurangan kejadian kardiovaskular, mortalitas dan biaya terkait dengan hipertensi arteri (Leão & Silva, 2018).

Hassan Yazdanian (2016) melakukan sebuah penelitian untuk membuat desain dan implementasi sistem kardiografi impedansi portable untuk pemantauan volume stroke secara non invasif. Dalam penelitian tersebut, nilai *stroke volume* (SV) diukur setiap ketukan *impedance cardiography* (ICG) yang direkam dan dihitung rata-ratanya setiap lima ketukan. Penelitian tersebut menggunakan nilai frekuensi

pengukuran sebesar 50 kHz. Dengan nilai frekuensi tersebut pengukuran impedansi dapat dilakukan karena arus listrik yang dikeluarkan sudah dapat masuk ke dalam sel. Dalam penelitian tersebut, nilai SV diukur dengan metode ICG dan Elektrokardiograf Doppler (DE) untuk lima pasien. Hasil yang didapatkan adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kumpulan data dengan nilai akurasi rata-rata adalah $88,25 \pm 11,37\%$.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka akan dilakukan sebuah penelitian pengukuran *stroke volume* (SV) dengan menggunakan alat *impedance cardiography* (ICG). Pengukuran SV dilakukan secara kontinu karena nilai SV akan didapatkan setiap satu siklus jantung sehingga pengukuran SV dilakukan pada rentang waktu tertentu. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat menjadi pilihan alternatif untuk mengukur *stroke volume* (SV) dengan lebih mudah, murah, non invasif dan dapat diukur secara kontinu.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka terdapat beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat ukur *Stroke volume* menggunakan *impedance cardiography*?
2. Bagaimana kinerja rancang bangun alat ukur *Stroke volume* menggunakan *impedance cardiography* jika dibandingkan dengan *heart rate*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang berasal dari rumusan masalah agar tidak meluas dan menyimpang dari tujuan adalah sebagai berikut :

1. Naracoba adalah mahasiswa Universitas Airlangga
2. Naracoba berjenis kelamin perempuan
3. Tampilan keluaran akhir adalah nilai tegangan
4. Perhitungan nilai impedansi pada frekuensi 50 kHz
5. Perancangan *impedance cardiography* (ICG) menggunakan Analog Discovery 2 dan *software* WaveForms

6. Perhitungan *stroke volume* menggunakan MATLAB

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang sebuah alat ukur *Stroke volume* menggunakan *impedance cardiography*
2. Mengetahui kinerja rancang bangun alat ukur *Stroke volume* menggunakan *impedance cardiography* jika dibandingkan dengan *heart rate*

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan pilihan alternatif untuk mengukur *stroke volume* dengan mudah, murah, dan non invasif
2. Dapat diaplikasikan dalam pengukuran bioimpedansi yang dapat diukur secara kontinu