

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| Halaman Judul | ii |
| Halaman Pengesahan | iii |
| Halaman Pernyataan | iv |
| Halaman Persembahan | v |
| Halaman Motto | vi |
| PRAKATA | vii |
| INTISARI | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang dan Permasalahan | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Metodologi Penulisan | 3 |
| 1.5 Tinjauan Pustaka | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| II LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1 Anatomi Sistem Organ Kardiovaskuler Manusia | 7 |
| 2.1.1 Anatomi Jantung | 7 |
| 2.1.2 Anatomi Pembuluh Darah | 8 |
| 2.2 Fisiologi Sistem Organ Kardiovaskuler Manusia | 12 |
| 2.2.1 Siklus Kardiak | 12 |
| 2.2.2 Usaha Mekanik Jantung | 14 |
| 2.2.3 Sistem Sirkulasi Kardiovaskuler | 15 |
| 2.2.4 Tekanan Darah | 17 |
| 2.3 Prinsip-Prinsip Mekanika Fluida Dalam Pemodelan Dimensi Tereduksi | 18 |
| 2.3.1 Teorema Angkutan Reynolds dan Asas Kontinuitas | 18 |
| 2.3.2 Persamaan Bernoulli | 20 |



| | | |
|-------|--|----|
| 2.3.3 | Viskositas dan Hukum Poiseuille | 21 |
| 2.3.4 | Persamaan Navier-Stokes | 23 |
| 2.3.5 | Angka Reynolds dan Angka Womersley | 24 |

III Pemodelan Dimensi ke-0 (0D): Hemodinamika Dasar dan Persamaan

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Windkessel | | 26 |
| 3.1 | Pendahuluan | 26 |
| 3.2 | Pemodelan Kompartemen Tunggal | 30 |
| 3.2.1 | Konfigurasi Dua Elemen | 30 |
| 3.2.2 | Konfigurasi Tiga Elemen | 31 |
| 3.2.3 | Konfigurasi Empat Elemen | 32 |
| 3.3 | Pemodelan Kompartemen Majemuk | 33 |

IV Pemodelan Dimensi ke-1 (1D) Dalam Sistem Organ Kardiovaskuler 36

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Pendahuluan | 36 |
| 4.2 | Kondisi Batas | 38 |
| 4.2.1 | Kondisi Aliran Masuk | 38 |
| 4.2.2 | Percabangan | 39 |
| 4.2.3 | Kondisi Aliran Keluar | 39 |
| 4.3 | Penerapan, Kelebihan, dan Kekurangan Pemodelan 1D | 41 |

V Kesimpulan dan Saran 43

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan | 43 |
| 5.2 | Saran | 44 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Aproksimasi ukuran dan jumlah total seluruh pembuluh darah manusia (Freitas, 1999) | 11 |
| 3.1 | Analogi antara parameter mekanik dengan parameter kelistrikan | 26 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Anatomi jantung manusia (Hall, 2010). | 8 |
| 2.2 | (a) Ilustrasi anatomi struktur pembuluh darah (Netter, 2018). (b) Perbedaan struktur pembuluh arteri dan vena (Biga <i>dkk.</i> , 2020). | 9 |
| 2.3 | Grafik volume dan tekanan bilik kiri jantung saat siklus kardiak berlangsung. (Herman, 2008). | 13 |
| 2.4 | Diagram tekanan-volume pada ventrikel kiri saat siklus kardiak berlangsung. (Hall, 2010). | 15 |
| 2.5 | Grafik nilai tekanan tiap bagian pembuluh arteri dan vena pada sirkulasi sistemik dan pulmonari (Biga <i>dkk.</i> , 2020). | 16 |
| 2.6 | Ilustrasi sistem sirkulasi darah dan distribusi darah di seluruh jaringan tubuh manusia Netter (2018). | 17 |
| 2.7 | Konfigurasi volume kontrol dan sistem pada aliran fluida (White, 2011). | 19 |
| 2.8 | Gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa dengan arah aliran menuju sumbu x (Herman, 2008). | 22 |
| 3.1 | (Kanan) analogi parameter mekanis kardiovaskuler dalam istilah kelistrikan beserta pengaruhnya pada gelombang aliran dan tekanan darah. (Kiri) grafik modulus impedansi dan beda fase dalam parameter RLC (Westerhof, 2010). | 28 |
| 3.2 | Grafik impedansi masukan pada sistem pembuluh arteri, diwakilkan oleh modulus impedansi masukan dan sudut fase gelombang (Westerhof, 2010). | 29 |
| 3.3 | Rangkaian listrik yang digunakan pada pemodelan Windkessel konfigurasi 2 elemen. | 30 |
| 3.4 | Rangkaian listrik yang digunakan pada pemodelan Windkessel konfigurasi 3 elemen. | 31 |
| 3.5 | Rangkaian listrik yang digunakan pada pemodelan Windkessel konfigurasi 4 elemen. | 32 |
| 3.6 | Pemodelan 0D sistem sirkulasi kardiovaskuler (Mihalef <i>dkk.</i> , 2017). | 33 |
| 3.7 | Pemodelan 0D (a) jantung normal, (b) jantung fontan, (c) jantung dengan cacat septum ventrikel, dan (d) jantung dengan cacat septum atrium (Shimizu <i>dkk.</i> , 2017). | 34 |