

# **Pengawasan Detak Jantung dan Peringatan Aritmia secara Ubiquitous Menggunakan Protokol MQTT**

**Tugas Akhir**

**Kelompok Keahlian: Telematics**

**Muhammad Alif Akbar  
NIM: 1103132163**



**Program Studi Sarjana Teknik Informatika  
Fakultas Informatika  
Universitas Telkom  
Bandung  
2017**

## **Lembar Pernyataan**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Pengawasan Detak Jantung dan Peringatan Aritmia secara Ubiquitous Menggunakan Protokol MQTT” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya Saya sendiri dan Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, Saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada Saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya Saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya Saya ini.

Bandung, 1 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Alif Akbar  
NIM: 1103132163

## Lembar Pengesahan

Pengawasan Detak Jantung dan Peringatan Aritmia secara  
Ubiquitous Menggunakan Protokol MQTT

*Ubiquitous Heart Rate Monitoring and Arrhythmia Alerting  
using MQTT protocol*

Muhammad Alif Akbar  
NIM: 1103132163

Tugas Akhir ini diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian dari syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika  
Program Studi Sarjana Teknik Informatika  
Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 1 Agustus 2017

Menyetujui,  
Pembimbing

Satria Mandala, S.T, M.Sc, Ph.D  

---

NIP: 15731897-3

Mengesahkan,  
Kepala Program Studi Teknik Informatika

Ir. Moch. Arif Bijaksana, M.Tech, Ph.D  

---

NIP: 03650312-4

## Abstrak

Pada tahun 2015 diperkirakan sebanyak 17,7 juta kematian disebabkan oleh penyakit kardiovaskuler (penyakit jantung). Pada penyakit jantung seringkali ditandai dengan munculnya pola tidak beratur pada detak jantung seseorang. Pola ini dikenal dengan istilah Aritmia. Mengetahui terjadinya pola ini dapat menyelamatkan banyak nyawa. Namun keahlian untuk menganalisis pola detak jantung hanya dimiliki oleh mereka yang telah mengemban pendidikan kesehatan seperti dokter jantung. Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dikembangkan berbagai metode pengukuran detak jantung non-invasif dan telah dikembangkan pula metode mendeteksi terjadinya Aritmia. Namun sistem yang ada tidak dapat memberikan peringatan dini ketika Aritmia terjadi. Tugas akhir ini mengusulkan sebuah rancangan sistem pemberian peringatan dini kepada orang terdekat dan atau dokter tentang terjadinya Aritmia.

**Kata Kunci:** Penyakit Jantung, Aritmia, Peringatan Dini.

# Abstract

In 2015 it was estimated that 17.7 million deaths were caused by cardiovascular disease (heart disease). In heart disease is often characterized by the emergence of irregular patterns in the heart rate of a person. This pattern is known as Arrhythmia. Knowing the occurrence of this pattern can save many lives. But the skill to analyze heartbeat patterns is only shared by those who have had health education like heart doctors. In several previous studies, various non-invasive heart rate measurement methods have been developed and a method of detecting the occurrence of arrhythmias has been developed. However, the existing system can not provide early warning when the arrhythmia occurs. This final project proposes an early warning system design to alert the nearest person and or doctor about the occurrence of arrhythmias.

**Keywords:** Cardiovascular Disease, Arrhythmia, early warning.

## Lembar Persembahan

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah, setelah perjalanan sangat panjang penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam perjalanan panjang ini penulis mendapatkan sangat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, serta kekuatan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, Alhamdulillah.
2. Keluarga saya, Mama Sophia, Bapak Takdir, dan Adik Nanda, yang tidak hentinya mendukung baik secara materi maupun moral, yang tidak hentinya mendoakan dalam sholat malamnya,
3. Bapak Satria Mandala, ST., MSc., PhD selaku pembimbing yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan serta tidak pernah bosan untuk mengingatkan penulis untuk tetap fokus. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan dan kemudahan kepada Bapak,
4. Ibu Florita Diana Sari SS, MPd dan Bapak Kiki Maulana Adhinugraha S.Kom., M.T., PhD selaku dosen wali yang telah menyambut penulis di awal perkuliahan, yang selalu memberikan arahan dan dukungan kepada penulis untuk dapat mengarungi dunia perkuliahan dengan baik. Semoga bapak dan ibu diberi kesehatan dan kemudahan selalu dari Allah SWT,
5. Para Staf fakultas dan BK, Pak Said, Pak xx, Pak yy, yang senantiasa memberikan dukungan dalam penulis berproses di kampus
6. Dosen-dosen yang telah memberikan ilmunya sehingga Penulis mempunyai pengetahuan lebih dibanding sebelumnya.
7. Kawan-kawan satu pembimbing, Shamila, Salim, Lusi, dan Husna yang telah berbagi derita perjuangan namun tetap saling memotivasi selama Tugas Akhir berlangsung.

8. Kawan-kawan URHUL, Fahmi, Januar, Akbar, Fahri, Faruq, Eka, Bragas, Zidni, Reza, Tesha, Vira, Aida. Terimakasih atas semua kenangan kenangan selama perkuliahan baik yang senang, sedih, dan marah. Semoga untuk kedepannya kalian semua diberi kemudahan dan kesuksesan kedepannya.
9. UKM kedaerahan KBMS dan semua anggotanya, yang menyambut dan membuat penulis selalu merasa memiliki keluarga dan rumah untuk kembali selama jauh dari kampung.
10. Kawan-kawan di Lab Motion, Deas, Devy, Sarah, Adi, Dani, Rizky, Riza, Hanum dan semua anggota yang terlalu banyak untuk disebutkan. Semoga Lab Motion dapat terus berjaya.
11. Kawan-kawan dan Senior di Proclub, Nanda, David, Dean, Caca, Danang, Bagus, Luke, Musa, Ipat, Kak Aul, Kak Wahyu, Kak Byan, Kak Arif, dan Kak Dody yang dengan dorongan mereka penulis dapat mencapai berbagai mimpi selama kuliah
12. Tim BuahBatu, Januar, Kak Taufik, Dede, Pume, Irfa, Fadlu, Ibu Cut, dan Pak Tauhid yang menjadi tim terbaik yang penulis pernah miliki, yang menggapai sangat banyak mimpi bersama, semoga kita semua dapat meraih kesuksesan.
13. Tim Jantung, Shamila, Faida, Qhansa, Mena, Lusi, Husna, dan Hasbi, yang bersama sama penulis menghabiskan uang kampus diakhir perkuliahan.
14. Kawan-kawan liqo Pak Kurniawan, yang bersama mereka penulis dapat meluruskan kembali pikiran, hati dan niat selama berkuliah.
15. Teman-teman kelas IF 37 08, GOIs, Deadliners, dll, yang sudah mengisi hari-hari di masa awal perkuliahan.
16. Semua teman-teman Telkom University dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satupersatu.

## Kata Pengantar

Puji syukur atas segala rahmat dan karunia Allah SWT yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengawasan Detak Jantung dan Peringatan Aritmia secara Ubiquitous Menggunakan Protokol MQTT” ini, shalawat serta salam senantiasa dihanturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat sidang Tugas Akhir pada program studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Informatika Telkom University.

Penulis menyadari masih ada banyak kekurangan pada Tugas Akhir ini, karena itu kritik dan saran sangat diharapkan dan diterima dengan senang hati agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik lagi. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi siapapun yang membaca atau turut meneliti apa yang ada di dalam Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis meminta maaf sebesar besarnya kepada semua pihak apabila ada kesalahan yang penulis lakukan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini baik disengaja atau tidak.

Bandung, 1 Agustus 2017

Penulis,

Muhammad Alif Akbar

NIM: 1103132163



# Daftar Isi

<b>Abstrak</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>Lembar Persembahan</b>	<b>iii</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>ix</b>
<b>I Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Perumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Batasan Masalah . . . . .	2
1.4 Tujuan . . . . .	2
1.5 Hipotesis . . . . .	3
<b>II Kajian Pustaka</b>	<b>4</b>
2.1 ECG dan PPG . . . . .	4
2.1.1 Pembacaan Sinyal . . . . .	4
2.2 Aritmia . . . . .	4
<b>III Metodologi dan Desain Sistem</b>	<b>6</b>
3.1 Flowchart sistem . . . . .	6
3.2 Algoritma . . . . .	7
<b>IV Hasil dan Pembahasan</b>	<b>8</b>
4.1 Flowchart sistem . . . . .	8
4.2 Algoritma . . . . .	9

<b>V Kesimpulan</b>	<b>10</b>
5.1 Flowchart sistem . . . . .	10
5.2 Algoritma . . . . .	11
<b>Daftar Pustaka</b>	<b>12</b>
<b>Lampiran</b>	<b>13</b>

## Daftar Gambar

2.1	a. Sensor ECG dengan 3 titik timbal, b. Sensor PPG ujung jari, c. Sensor PPG di pergelangan tangan . . . . .	4
2.2	Perbandingan sinyal PPG dan ECG (ideal, dan termodulasi)[3] .	5
2.3	Sinkronisasi antara ECG dan PPG [4] . . . . .	5
3.1	Caption flowchart . . . . .	6
4.1	Caption flowchart . . . . .	8
5.1	Caption flowchart . . . . .	10

## Daftar Tabel

# Bab I

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

WHO mencatat terjadi sekitar 17,7 juta kematian diakibatkan oleh penyakit jantung (Cardiovascular Diseases, CVDs) di seluruh dunia pada tahun 2015[1]. Bahkan menurut Dinas Kesehatan Republik Indonesia, lebih dari 3 juta kematian akibat penyakit jantung terjadi sebelum usia 60 tahun[2]. Penyakit jantung juga umumnya tidak memiliki gejala sebelum penyakit menyerang[1]. Oleh karena itu, diperlukan *monitoring* (pemantauan) jantung yang dapat dilakukan secara terus-menerus.

Monitoring yang terus-menerus akan mudah dilakukan kepada pasien yang menjalani perawatan intensif di sebuah rumah sakit. Namun tentunya hal tersebut sulit dilakukan kepada pasien yang menjalani rawat jalan. Padahal seseorang yang pernah terkena penyakit jantung akan rawan mengalami serangan baik kecil (tidak berbahaya) maupun besar (berbahaya) dimana saja dan kapan saja.

Telah banyak dikembangkan produk kesehatan untuk melakukan monitoring terus-menerus secara *Ubiquitous* (dimana saja, kapan saja) baik menggunakan *Electrocardiogram* (ECG) dan *Photoplethysmogram* (PPG)[..., ...]. Namun produk-produk tersebut hanya dapat memberitahu jumlah *Beat Per Minute* (BPM, detak jantung tiap menit) dan tidak melakukan perekaman aktivitas jantung. Padahal gambar rekaman jantung dapat menjadi bahan analisis dokter untuk mengidentifikasi penyakit dan merancang pengobatan. Adapun yang dapat melakukan perekaman, rekam jantungnya harus diberikan secara manual kepada dokter pada lain hari. Padahal telah banyak riset yang dapat memberikan kemampuan lebih kepada produk tersebut untuk melakukan deteksi penyakit seperti Aritmia[..., ...], sehingga dapat memberikan peringatan kepada dokter maupun keluarga ketika muncul sebuah serangan.

Aritmia sendiri merupakan salah satu jenis dari CVDs. Umumnya aritmia tidak berbahaya (serangan kecil). Aritmia juga tergolong mudah untuk diidentifikasi berdasarkan gambar rekam jantung seseorang. Walaupun umumnya tidak berbahaya, ketika aritmia sering terjadi dapat menandakan kemunculan serangan besar, contohnya ketika *Premature Ventricular Contraction* (PVC)

terjadi berulang kali dapat menandakan terjadinya serangan besar seperti *Ventricular Tachycardia* (VT) dan *Ventricular Fibrillation* (VF) [...].

Berdasarkan fakta diatas penulis melihat adanya kebutuhan akan pengembangan terhadap sistem monitoring yang telah ada. Oleh karena itu pada tugas akhir ini penulis merancang sistem monitoring dimana sistem juga dapat melakukan perekaman aktivitas jantung, mendeteksi terjadinya aritmia dan memberikan peringatan ketika aritmia terjadi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan fakta dan permasalahan yang disebutkan pada sub bab 1.1, latar belakang, diatas, dapat disimpulkan beberapa masalah utama yang ingin diselesaikan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mengapa sistem yang sudah ada tidak memiliki fitur perekaman dan deteksi?
2. Bagaimana membangun sistem monitoring detak jantung yang bersifat ubiquitous dan terus menerus?
3. Bagaimana memberikan kemampuan deteksi terjadinya aritmia?
4. Bagaimana memberikan fitur peringatan ketika aritmia terjadi?

## **1.3 Batasan Masalah**

Untuk membatasi perancangan sistem tugas akhir ini menetapkan batasan sebagai berikut:

1. Sensor dibangun menggunakan PPG dengan kontroller ESP12E;
2. Server dibangun dengan spesifikasi server Processor Intel-i3 (2.3GHz), RAM 6 GB, Storage Samsung SSD EVO 750;
3. Iterkoneksi jaringan menggunakan WiFi;
4. Komunikasi sensor dan server menggunakan protokol komunikasi MQTT;
5. Tidak terdapat hambatan atau masalah komunikasi antara Sensor dan Server;

## **1.4 Tujuan**

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai pada penulisan proposal/TA.

1. Untuk mengetahui mengapa sistem yang sudah ada tidak memiliki fitur perekaman dan deteksi;

2. Untuk merancang sistem monitoring detak jantung yang bersifat ubiquitous dan terus menerus;
3. Untuk memberikan kemampuan deteksi aritmia kepada sistem monitoring;
4. Untuk memberikan fitur peringatan ketika aritmia terjadi.

## **1.5 Hipotesis**

Hipotesis dari tulisan ini adalah

1. Sistem yang telah ada tidak memiliki perekaman dan deteksi karena keterbatasan sumber daya baik processor, memory, dan ram;
2. Dengan memindahkan proses perhitungan dan penyimpanan ke server dapat memungkinkan sistem untuk melakukan pemrosesan lebih besar dan cepat
3. Terdapat fitur yang dimiliki baik oleh ECG maupun PPG sehingga memungkinkan kedua jenis sensor digunakan pada sistem tanpa merubah algoritma klasifikasi
4. Dengan komunikasi menggunakan MQTT akan memungkinkan banyak pihak untuk mendapat peringatan dari sistem ketika terdeteksi Aritmia
5. Dengan melakukan pengujian dapat mengetahui performansi dari sistem yang dirancang

## Bab II

### Kajian Pustaka

#### 2.1 ECG dan PPG

Terdapat 2 jenis sensor yang umum digunakan untuk melakukan monitoring jantung, yaitu *Electrocardiogram* (ECG) dan *Photoplethysmogram* (PPG) seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Kedua jenis sensor ini menjadi pilihan utama dalam monitoring jantung karena keduanya mengusung konsep *non-invasive*. Sensor non-invasive memungkinkan melakukan pengambilan data tubuh tanpa perlu melukai/menusuk bagian tubuh tertentu. Secara umum ECG akan menghasilkan pengukuran lebih akurat dari pada PPG. Namun PPG lebih nyaman digunakan dalam jangka panjang dari pada ECG.



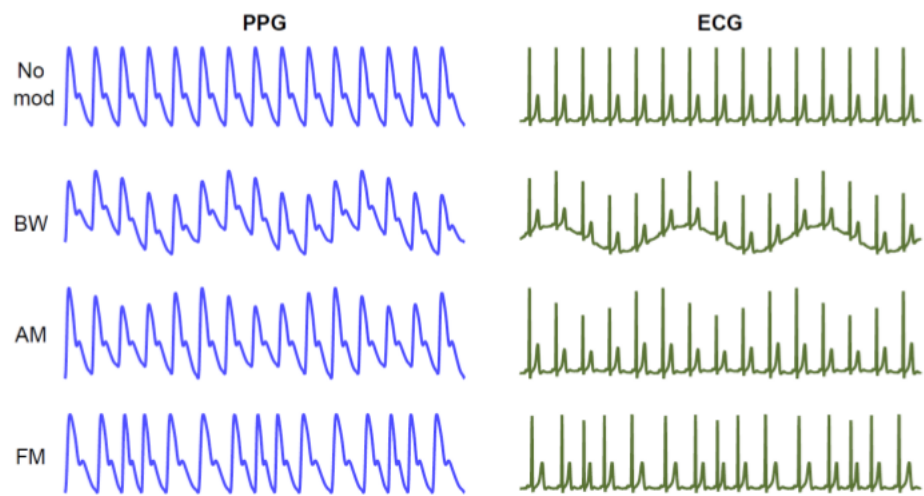
Gambar 2.1: a. Sensor ECG dengan 3 titik timbal, b. Sensor PPG ujung jari, c. Sensor PPG di pergelangan tangan

##### 2.1.1 Pembacaan Sinyal

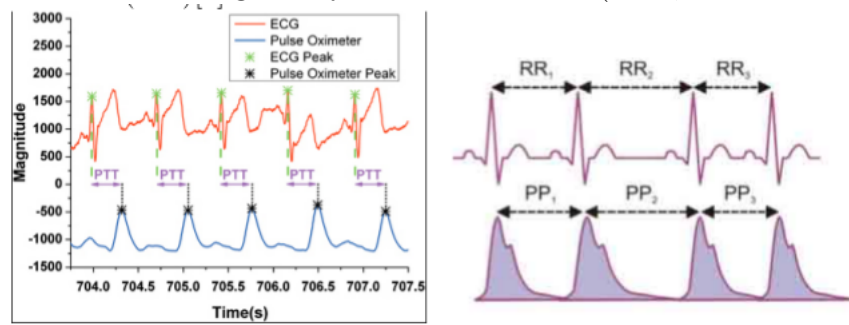
Walaupun kedua jenis sensor dapat digunakan untuk monitor jantung, sinyal yang dihasilkan sedikit berbeda, terlihat pada gambar 2.2. Secara langsung dapat dilihat sinyal hasil dari PPG dengan ECG berbeda secara morfologi (bentuk). Karena sumber sinyal yang sama (dari jantung) siklus PPG dan ECG juga sama sehingga kedua sinyal dapat disinkronisasi (saling dipetakan) berdasarkan waktu seperti gambar 2.3.

#### 2.2 Aritmia





Gambar 2.2: Perbandingan sinyal PPG dan ECG (ideal, dan termodulasi)[3]

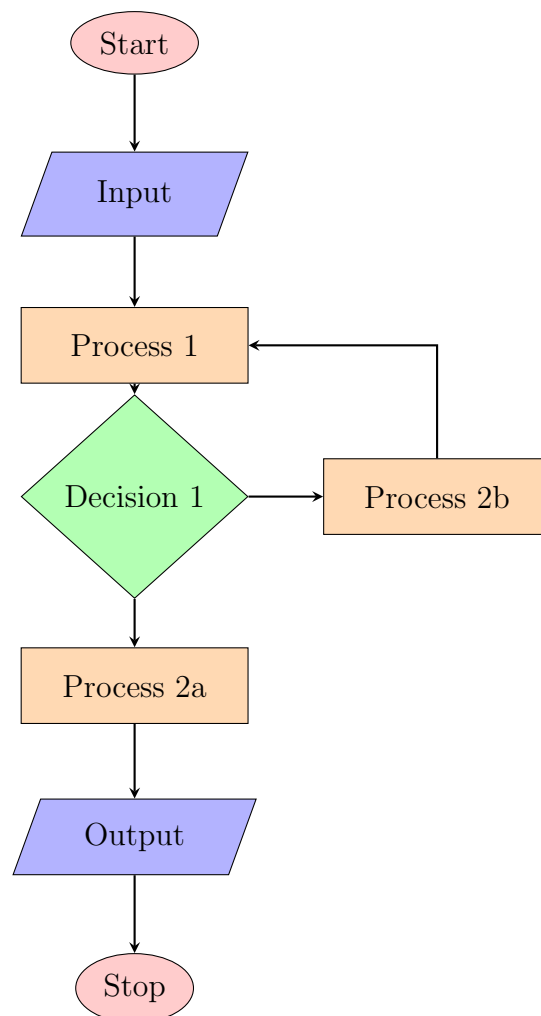


Gambar 2.3: Sinkronisasi antara ECG dan PPG [4]

## Bab III

### Metodologi dan Desain Sistem

#### 3.1 Flowchart sistem



Gambar 3.1: Caption flowchart

### 3.2 Algoritma

Atau dalam bentuk algoritma seperti contoh pada Algoritma 3 berikut ini:

---

**Algorithm 1** Prosedur simulasi dinamika lalu lintas menggunakan FVDM.

---

```

1: procedure FVDM( $T_{final}, \Delta t$ )
2:   Start
3:   For  $n = 1 : N$  do                                     ▷ Pemberian nilai awal
4:     Input nilai  $x[n]$ 
5:     Input nilai  $v[n]$ 
6:   EndFor
7:   time=0
8:   while  $time < T_{final}$  do
9:      $time = time + \Delta t$ 
10:    Hitung jarak bumper menggunakan rumus untuk  $n = 2, \dots, N$ 
11:    If ( $S(n) \leq 0m$ ) then return End If.
12:    Tentukan  $\lambda$  menggunakan.
13:    Hitung kecepatan optimal  $v_o(t)$  menggunakan.
14:    Hitung percepatan  $a_n(time)$  menggunakan .
15:    Hitung kecepatan baru dengan  $v_n(time) = v_n(time - \Delta t) +$ 
       $a_n(time)\Delta t$ .
16:    Hitung posisi baru dengan  $x_n(time) = x_n(time - \Delta t) +$ 
       $v_n(time)\Delta t$ .
17:    If ( $\Delta v \leq 10^{-5} \&\& a_n(time) \leq 10^{-5}$ ) then
18:      OUTPUT Cetak hasil data  $a_n, v_n, x_n$ .
19:      return.
20:    End If.
21:  end while
22:  End
23: end procedure

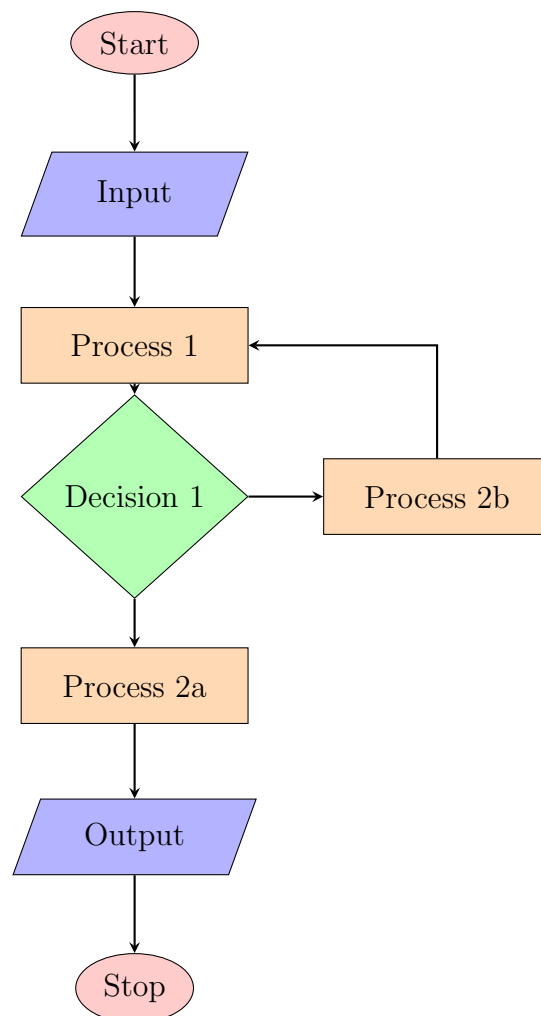
```

---

## Bab IV

### Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Flowchart sistem



Gambar 4.1: Caption flowchart

## 4.2 Algoritma

Atau dalam bentuk algoritma seperti contoh pada Algoritma 3 berikut ini:

---

**Algorithm 2** Prosedur simulasi dinamika lalu lintas menggunakan FVDM.

---

```

1: procedure FVDM( $T_{final}, \Delta t$ )
2:   Start
3:   For  $n = 1 : N$  do                                     ▷ Pemberian nilai awal
4:     Input nilai  $x[n]$ 
5:     Input nilai  $v[n]$ 
6:   EndFor
7:   time=0
8:   while  $time < T_{final}$  do
9:      $time = time + \Delta t$ 
10:    Hitung jarak bumper menggunakan rumus untuk  $n = 2, \dots, N$ 
11:    If ( $S(n) \leq 0m$ ) then return End If.
12:    Tentukan  $\lambda$  menggunakan.
13:    Hitung kecepatan optimal  $v_o(t)$  menggunakan.
14:    Hitung percepatan  $a_n(time)$  menggunakan .
15:    Hitung kecepatan baru dengan  $v_n(time) = v_n(time - \Delta t) +$ 
       $a_n(time)\Delta t$ .
16:    Hitung posisi baru dengan  $x_n(time) = x_n(time - \Delta t) +$ 
       $v_n(time)\Delta t$ .
17:    If ( $\Delta v \leq 10^{-5} \& \& a_n(time) \leq 10^{-5}$ ) then
18:      OUTPUT Cetak hasil data  $a_n, v_n, x_n$ .
19:      return.
20:    End If.
21:  end while
22:  End
23: end procedure

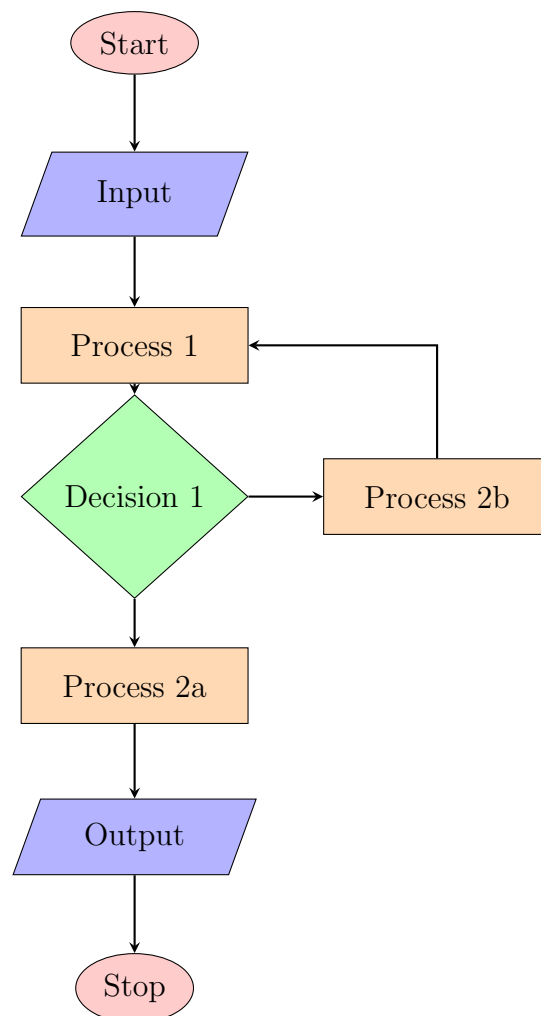
```

---

## Bab V

### Kesimpulan

#### 5.1 Flowchart sistem



Gambar 5.1: Caption flowchart

## 5.2 Algoritma

Atau dalam bentuk algoritma seperti contoh pada Algoritma 3 berikut ini:

---

**Algorithm 3** Prosedur simulasi dinamika lalu lintas menggunakan FVDM.

---

```

1: procedure FVDM( $T_{final}, \Delta t$ )
2:   Start
3:   For  $n = 1 : N$  do                                     ▷ Pemberian nilai awal
4:     Input nilai  $x[n]$ 
5:     Input nilai  $v[n]$ 
6:   EndFor
7:   time=0
8:   while  $time < T_{final}$  do
9:      $time = time + \Delta t$ 
10:    Hitung jarak bumper menggunakan rumus untuk  $n = 2, \dots, N$ 
11:    If ( $S(n) \leq 0m$ ) then return End If.
12:    Tentukan  $\lambda$  menggunakan.
13:    Hitung kecepatan optimal  $v_o(t)$  menggunakan.
14:    Hitung percepatan  $a_n(time)$  menggunakan .
15:    Hitung kecepatan baru dengan  $v_n(time) = v_n(time - \Delta t) +$ 
       $a_n(time)\Delta t$ .
16:    Hitung posisi baru dengan  $x_n(time) = x_n(time - \Delta t) +$ 
       $v_n(time)\Delta t$ .
17:    If ( $\Delta v \leq 10^{-5} \& \& a_n(time) \leq 10^{-5}$ ) then
18:      OUTPUT Cetak hasil data  $a_n, v_n, x_n$ .
19:      return.
20:    End If.
21:  end while
22:  End
23: end procedure

```

---

## Daftar Pustaka

- [1] WHO. (2017). World health organization - fact sheet: Cardiovascular diseases (cvds), [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>.
- [2] D. Kesehatan, “Situasi kesehatan jantung”, in *Publikasi Data dan Informasi*, 2014.
- [3] M. e. a. Pimentel, “Probabilistic estimation of respiratory rate from wearable sensors”, *Springer International Publishing*, 2015.
- [4] B. O. BM McCarthy CJ Vaughan, “An examination of calibration intervals required for accurately tracking blood pressure using pulse transit time algorithms”, *Journal of Human Hypertension*, 2013.



## Lampiran