DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN…… i

ABSTRAK…….. ii

KATA PENGANTAR ……..…….... iv

DAFTAR ISI ……..…… vi

DAFTAR GAMBAR ……...……..... x

DAFTAR TABEL ……..……. xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang…….. ...…..……..……..…..…..… 1

1.2 Identifikasi Masalah …...……...……..…..…..…. 2

1.3 Rumusan Masalah……. ……..……..……..…….…..... 3

1.4 Tujuan Penelitian..…….……..…….…..... 3

1.5 Manfaat Penelitian……. …….……..……..…..……..... 4

1.6 Batasan Masalah….....…….…….……. 4

1.7 Metode Penelitian…….……. 5

1.8 Sistematika Penulisan Laporan…….. 6

BAB II DASAR TEORI

2.1 Aktivitas Kelistrikan Jantung……..... ……..... 8

2.2 *Electrocardiograph* (ECG) atau Elektrokardiografi (EKG)……..….. 9

2.2.1 Gambaran Sinyal EKG Normal …….…….……..... 9

2.2.2 Sadapan (Lokasi Penentuan) ECG/EKG ……..... 11

2.2.3 Irama Jantung ……..……...…...…… 13

2.3 Sensor ECG/EKG……...…….……..…….…..... 17

2.4 Penguat Instrumen……..……...……..... 19

2.5 Penguat Operasional……..…….. 20

2.5.1 Penguat *Non-Inverting*…….. 20

2.5.1 Penguat *Inverting*……..…… 21

2.6 *Filter*…….…… 21

2.5.2 *Low Pass Filter*……..…….……. 22

2.5.3 *High Pass Filter*……..……..… 23

2.5.3 *Bandpass Filter*……..……..….... 24

2.7 Noise pada Sinyal ECG/EKG…….……... 25

2.8 Mikrokontroller *Arduino Uno*…….…… 29

2.8.1 Perangkat I/O…….…….. 31

2.8.2 Catu Daya…….……... 32

2.8.3 *Memory*…….……... 32

2.8.4 Komunikasi Data……..…… 32

2.8.5 ADC pada Arduino Uno…….……. 33

2.8.6 *Programming*…….…….. 34

2.9 *Bluetooth*……. 35

2.9.1 Kelebihan dan Kekurangan *Bluetooth*……. 36

2.9.2 Jangkauan Operasi *Bluetooth*…….…….. 37

2.10 Multi Kanal/ *Multiple Access*…….. 38

2.10.1 Penggunaan *Wireless Router*……... 38

2.10.2 Kelebihan dan Kekurangan *Wireless*……. 39

BAB III PERANCANGAN ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG) DENGAN SISTEM MULTI KANAL

3.1 Perancangan Sistem……..…...… 40

3.2 Pemilihan Komponen……...….. 44

3.2.1 Pemilihan Jenis Penguat Instrumentasi …….. 44

3.2.2 Pemilihan Jenis Op-Amp……. 45

3.2.3 Pemilihan Jenis Mikrokontroller…….. 45

3.2.4 Pemilihan Jenis *Bluetooth*…… 46

3.3 Perancangan *Hardware*…….……... 47

3.3.1 Rangkaian Penguat Awal (*Pre-Amp*)……... 47

3.3.2 Rangkaian Penguat Akhir (*Final-Amp*)…… 49

3.3.3 Perancangan Rangkaian *Filter*……. 49

3.3.3.1 Rangkaian *High Pass Filter*…… 50

3.3.3.2 Rangkaian *Low Pass Filter*……. 51

3.3.4 Rangkaian Penguat dan *Filter* Keseluruhan…….. 52

3.3.5 Perancangan Rangkaian Clamper……. 52

3.3.6 Realisasi Rangkaian Penguat dan Filter Keseluruhan……... 54

3.3.7 Perancangan DC *Converter*……... 55

3.3.8 Perancangan Transmiter Data Via *Bluetooth*…… 55

3.4 Perancangan *Software*……... 56

3.4.1 Perancangan Program Aplikasi Komputer (*Software*)……. 57

3.4.2 Perancangan Program Multi Kanal…….. 58

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS PERANCANGAN ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG) DENGAN SISTEM MULTI KANAL

4.1 Pengujian *Hardware*…… 60

4.1.1 Rangkaian penguat (awal) instrumentasi dengan penguatan 127 kali…… 61

4.1.2 Rangkaian *Bandpass* Filter……. 63

4.1.3 Rangkaian penguat (akhir) operasional dengan penguatan 11 kali…… 64

4.1.4 Rangkaian *Clamper*…….…… 66

4.1.5 Rangkaian DC *Converter*…… 67

4.1.6 Transmisi *Bluetooth*……. 68

4.2 Pengujian *Software* Aplikasi EKG pada PC…….…… 69

4.2.1 Pengujian Visualilasi Rekaman Sinyal EKG pada PC……. 69

4.2.2 Pengujian Skala Amplitudo Sinyal EKG……. 70

4.2.3 Pengujian Detak Jantung/*Heart Rate* (BPM)……... 72

4.2.4 Pengujian Komunikasi Data Melalui *Wireless* …….…..... 74

4.2.5 Pengujian Aplikasi EKG pada *Client*…….. 75

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan…….…….. 78

5.2 Saran…….…… 78

DAFTAR PUSTAKA ……..…….…..…. 80

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jantung Manusia……....…….. 8

Gambar 2.2 Gelombang Sinyal EKG……..……..…… 9

Gambar 2.3 Sinyal EKG…….…….... 10

Gambar 2.4 Sadapan Unipolar…….....…….. 12

Gambar 2.5 Sadapan Bipolar …….……. 13

Gambar 2.6 Ritme Sinus Normal…….…… 14

Gambar 2.7 Ritme Sinus Bradikardia…….……. 14

Gambar 2.8 Ritme Sinus Takikardia…….…….….. 16

Gambar 2.9 Ritme Sinus Ritmia…….……. 17

Gambar 2.10 Elektroda……..…….. 18

Gambar 2.11 Penempatan Sensor EKG…… 19

Gambar 2.12 Datasheet ICAD620…… 20

Gambar 2.13 Penguat *Non-Inverting*…….. 21

Gambar 2.14 Penguat *Inverting*……. 21

Gambar 2.15 Respon *Low Pass filter*…… 23

Gambar 2.16 Respon *High Pass filter*…….. 24

Gambar 2.17 Respon *BandPass filter*…….... 24

Gambar 2.18 Arduino Uno…… 29

Gambar 2.19 Contoh program *Arduino Uno*……. 30

Gambar 2.20 Lambang *Bluetooth*……. 35

Gambar 2.21 Modul *Bluetooth*…….. 36

Gambar 2.22 Jaringan Multi Kanal…… 38

Gambar 2.23 Wireless Router TL-WR720N……. 39

Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem…….……..……... 40

Gambar 3.2 Rangkaian Penguat Awal …….……. 47

Gambar 3.3 Penguatan Penguat Akhir..…….…… 49

Gambar 3.4 Rangkaian *High Pass Filter* ….……. 50

Gambar 3.5 Rangkaian *Low Pass Filter*……..…….. 51

Gambar 3.6 Rangkaian Penguat dan *Filter* Keseluruhan……..…… 52

Gambar 3.7 Rangkaian *Clamper*……..……..…….…. 53

Gambar 3.8 Hasil Pengukuran Penguatan Awal……..……... 54

Gambar 3.9 Hasil Pengukuran Penguatan Akhir …….. 54

Gambar 3.10 Rangkaian DC *Converter*…….. 55

Gambar 3.11 Rangkaian *Transmiter Bluetooth*…….. 56

Gambar 3.12 Tampilan Aplikasi pada PC……. 57

Gambar 3.13 *Flowchart* Aplikasi pada PC…… 58

Gambar 3.14 Perancangan Sistem Multi Kanal…… 58

Gambar 3.15 *Flowchart* sistem Multi Kanal……. 59

Gambar 4.1 Hasil penguatan dengan amplitudo 189mV pada jantung orang ke 1……... 62

Gambar 4.2 Hasil penguatan dengan amplitudo 195 Vp-p pada jantung orang kedua……. 62

Gambar 4.3 (a) Sinyal EKG tanpa filter, (b) Sinyal EKG dengan *bandpass* filter……..…….. 64

Gambar 4.4 Hasil Penguatan akhir dengan amplitudo 2.14 V pada jantung orang ke 1…….……... 65

Gambar 4.5 Hasil Penguatan akhir dengan amplitudo 2.71 V pada jantung orang ke 2……..……. 66

Gambar 4.6 (a) Sinyal masukan rangkaian op-amp, (b) Hasil pergeseran dari titik nol pada rangkaian clamper……..…….. 67

Gambar 4.7 Hasil rekaman sinyal EKG pada PC…… 70

Gambar 4.8 Hasil Amplitudo sinyal EKG keluaran Rangkaian EKG…..… 71

Gambar 4.9 Hasil Amplitudo Sinyal EKG keluaran ADC…….….. 71

Gambar 4.10 Proses Perhitungan detak jantung (BPM)…….…….. 72

Gambar 4.11 Hasil rekaman aplikasi EKG pada PC *Client*……..…… 75

Gambar 4.12 (a) Hasil Rekaman sinyal EKG pada *Smartphone*, (b) Hasil BPM sinyal EKG pada *Smartphone*, (c) Hasil Rekaman Sinyal EKG pada *PC Server*……..…….. 76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Elektrokardiografi …….. 10

Tabel 2.2 Deskripsi *Arduino Uno*…….. 29

Tabel 3.1 Perbandingan Penguat Instrumentasi……... 44

Tabel 3.2 Perbandingan Penguat *Op-Amp*…….. 45

Tabel 3.3 Perbandingan Mikrokontroller……. 46

Tabel 3.4 Perbandingan Modul *Bluetooth*…….. 46

Tabel 4.1 Hasil pengujian Penguat Instrumentasi 127 kali……. 61

Tabel 4.2 Hasil pengujian Op-amp 11 kali…….. 65

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Rangkaian DC *converter*……... 68

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Transmisi *Bluetooth*…….. 68

Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Heart Beat pada aplikasi EKG dan detak jantung asli (denyut nadi)…….. 73

Tabel 4.6 Hasil Pengujian komunikasi data melalu *wireless*…….. 74