

LAPORAN SKRIPSI
EVALUASI LOSS DATA DAN KECEPATAN
PENGIRIMAN PADA RANCANG BANGUN ECG 6
LEAD DENGAN LORA WIRELESS
(Sadapan Pada Lead I, II, III)



OLEH :

SYARIFUDIN ABDILLAH
NIM. P27838119062

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA ELEKTRO-MEDIS
JURUSAN TEKNIK ELEKTROMEDIK
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA
2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barokahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Evaluasi Loss Data Dan Kecepatan Pengiriman Pada Rancang Bangun ECG 6 Lead Dengan Lora Wireless (sadapan ECG pada lead I, II, dan III)**

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah Swt yang selalu memberi kemudahan serta kelancaran hambanya, serta orangtua dan keluarga yang dengan ikhlas doanya tidak pernah putus untuk penulis, yang selalu memberi dukungan secara material maupun moril agar penulis segera menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Ir. Priyambada Cahya Nugraha, MT selaku dosen pembimbing teori yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan teori kepada penulis.
3. Dyah Titisari, ST, M.Eng. selaku dosen pembimbing

praktek yang penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.

4. Muhammad Ridha Mak'ruf, ST, M.Siselaku Ketua Program Studi D-4 Teknik Elektromedik yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
5. Hj. Andjar Pudji, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektromedik yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
6. Triana Rahmawati, ST, M.Eng. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan terbaik kepada penulis.
7. Para Dosen dan Karyawan / wati Program Studi D-4 Teknik Elektromedik yang telah memberikan bekal ilmu dan membantu penulis dalam proses belajar.
8. Kepada teman-teman AJ-03 yang selalu memberi support dan bersedia membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan tepat waktu.
9. Kepada H. Dea S. yang selalu memberi semangat dan yang selalu sabar kepada penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis

saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Surabaya, November 2020

Syarifudin Abdillah

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	7
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan Penelitian	9
1.4.1. Tujuan Umum	9
1.4.2. Tujuan Khusus	9
1.5. Manfaat Penelitian	10
1.5.1. Manfaat Teoritis	10
1.5.2. Manfaat Praktis	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Study Literature	11
2.2. Landasan Teori	16

2.2 1. Sinyal Jantung	16
2.2 2. Jantung	17
2.2 3. Pola Sinyal EKG	20
2.2 4. Jenis Noise EKG	23
2.3 Amplifier	24
2.3.1. Instrument Amplifier (AD620)	24
2.3.2. Filter	26
2.4 Adder	31
2.5 Filter Digital	32
2.5.1. Finite Impulse Filter (FIR)	33
2.5.2. Infinite Impulse Filter (IIR)	33
2.6. Wireless Communication	34
2.6.1. Line Of Sight	35
2.6.2. Non Line Of Sight	36
2.7 Multiplexer	36
2.8. Arduino Nano	38
2.9 TFT Nextion	40
2.10. Modul nRF24L01P	43
2.11. Matlab	45
2.12. Arduino IDE	46
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1. Diagram Blok Sistem	47
3.1.1. Diagram Blok Transmitter	47

3.1.2. Diagram Blok Receiver	49
3.2. Diagram Alir	49
3.2.1. Diagram Alir Pengirim	49
3.2.2. Diagram Alir Penerima	51
3.2.3. Diagram Alir pada PC	52
3.3. Diagram Mekanis	53
3.4. Alat dan Bahan	53
3.4.1. Alat	53
3.4.2. Bahan	53
3.5. Desain Penelitian	54
3.6. Variabel Penelitian	55
3.6.1. Variabel Bebas	55
3.6.2. Variabel Terikat	55
3.6.3. Variabel Terkendali	55
3.7. Definisi Operasional Variabel	55
3.8. Teknik Analisis Data	56
3.8.1. Rata-rata	56
3.8.2. Error (%)	57
3.8.3. Paket Loss Data Pengiriman	57
3.9. Urutan Kegiatan Penelitian	58
3.10. Tempat dan Jadwal Kegiatan Penelitian	62
3.11. Jadwal Kegiatan	62
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	63

4.1. Hasil Perancangan Hardware	63
4.2. Hasil Pengukuran Test Point	66
4.3. Hasil Perancangan Filter Digital IIR	67
4.3.1. Tujuan	68
4.3.2. Butterworth	68
4.3.3. Filter Chebyshev I	71
4.3.4. Filter Chebyshev II	74
4.3.4. Filter Elliptic	77
4.4. Hasil Penerapan Filter Digital pada Transmitter	80
4.4.1. Delay 100 Microseconds	81
4.4.2. Delay 3200 Microseconds	82
4.5. Hasil Tampilan Pada PC	84
4.6. Hasil Pengukuran BPM Modul dengan ECG Simulator	85
4.7. Hasil Pengujian Modul Transceiver	87
4.7.1. Tujuan	88
4.7.2. Alat yang digunakan	88
4.7.3. Prosedur Pengujian	89
4.7.4. Hasil Pengujian	90
4.8. Analisis Hasil Pengukuran	103
4.8.1. Analisis Perancangan Filter Digital	103
4.8.2. Analisis Pengaruh Delay Terhadap Sinyal ECG	105
4.8.3. Analisis Hasil Pengukuran BPM	105

4.8.4. Analisis Hasil Pengujian Modul Transceiver	106
4.8.5. Analisis Pengaruh Baudrate Pada Delay Pengiriman	109
4.8.6. Analisis Jarak pengiriman	110
BAB V PEMBAHASAN	111
5.1. Rangkaian	111
5.1.1. Rangkaian Instrumentation Amplifier	111
5.1.2. Rangkaian Filter	113
5.1.3. Rangkaian Penguat Non-Inverting	115
5.1.4. Rangkaian Adder	117
5.1.5. Rangkaian Pemilihan Lead	117
5.1.6. Rangkaian Receiver	119
5.2. Program	120
5.2.1. Listing Program Pengambilan Data Filter Digita	120
5.2.2. Listing Program Pemilihan Lead EKG	123
5.2.3. Listing Program Filter Digital pada Alat	124
5.2.4. Listing Program BPM	126
5.2.5. Listing Program Tampilan TFT	127
5.2.6. Listing Program Pengiriman (Transmitter)	129
5.2.7. Listing Program Penerima (Receiver)	130
5.2.8. Listing Program Pemilihan Penerimaan Data Delphi	132

5.2.9. Listing Program Pengolahan Data ADC pada Delphi7	134
5.3. Pengujian Modul Transceiver	137
5.3.1. Analisis Pengaruh Baudrate Pada Delay Pengiriman	139
5.3.2. Analisis Jarak Pengiriman	140
5.4. Kinerja Sistem Keseluruhan	141
BAB VI PENUTUP	145
6.1. Kesimpulan	145
6.2. Saran	146
DAFTAR PUSTAKA	148
LAMPIRAN	153

DAFTAR GAMBAR

2. 1 Sinyal Kelistrikan Jantung[16].	16
2. 2 Jantung	19
2. 3 Bentuk gelombang EKG	21
2. 4 Skematik didalam IC AD620	25
2. 5 Rangkaian dan grafik Respon Frekuensi Low Pass Filter	28
2. 6 Rangkaian High Pass Filter Pasif	29
2. 7 Grafik Respon Frekuensi High Pass Filter	29
2. 8 Rangkaian Low Pass Filter Aktif	30
2. 9 Grafik Respon Frekuensi Low Pass Filter Aktif	30
2. 10 Rangkaian High Pass Filter Aktif	31
2. 11 Grafik Respon Frekuensi High Pass Filter Aktif	31
2. 12 Rangkaian Adder	32
2. 13 Multiplexer CD4051 dan pinout	37
2. 14 Board Arduino Nano	39
2. 16 LCD TFT Nextion	40
2. 17 Modul nRF24L01P	44
2. 18 Konfigurasi kaki	44
3. 1 Blok Diagram Transmitter (Pengirim)	47
3. 2 Blok Diagram Receiver (Penerima)	49

3. 3 Diagram Alir (Pengirim / Transmitter)	50
3. 4 Diagram Alir (Penerima / Receiver)	51
3. 5 Diagram Alir penerima pada PC	52
3. 6 Diagram MekanikTampak Depan	53
3. 7 Diagram MekanikTampak Belakang	53
4. 1 Modul Alat EKG pada Transmitter	63
4. 2 Tampilan Layar TFT	64
4. 3 Hasil Desain Rangkaian ECG	64
4. 4 Modul Transmitter	65
4. 5 Modul Alat pada Receiver	65
4. 6 Tampilan pada PC	66
4. 7 Input Function Generator 1 Vpp	67
4. 8 Output dengan input 1Vpp	67
4. 9 FDATOOOL pada Matlab	69
4. 10 Respon Frekuensi Butterworth Orde 2	70
4. 11 Respon Frekuensi Butterworth Orde 4	70
4. 12 Respon Frekuensi Butterworth Orde 6	70
4. 13 Respon Frekuensi Butterworth Orde 8	71
4. 14 Respon Frekuensi Butterworth Orde 10	71
4. 15 FDATOOOL pada Matlab	72
4. 16 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 2	73
4. 17 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 4	73
4. 18 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 6	73

4. 19 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 8	74
4. 20 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 10	74
4. 21 FDATool pada Matlab	75
4. 22 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 2	76
4. 23 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 4	76
4. 24 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 6	76
4. 25 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 8	77
4. 26 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 10	77
4. 27 FDATool pada Matlab	78
4. 28 Respon Frekuensi Eliptic Orde 2	79
4. 29 Respon Frekuensi Eliptic Orde 4	79
4. 30 Respon Frekuensi Eliptic Orde 6	79
4. 31 Respon Frekuensi Eliptic Orde 8	80
4. 32 Respon Frekuensi Eliptic Orde 10	80
4. 33 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead I	81
4. 34 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead II	81
4. 35 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead III	82
4. 36 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead I	82
4. 37 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead II	83
4. 38 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead III	83
4. 39 Ripple Pada Gelombang S-T	83
4. 40 Sinyal Lead I pada Receiver	84
4. 41 Sinyal Lead II pada Receiver	84

4. 42 Sinyal Lead III pada Receiver	85
4. 43 Grafik Pengiriman dengan variasi Baudrate	92
4. 44 Grafik Pengaruh Baudrate Terhadap Delay Pengiriman	93
4. 45 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	93
4. 46 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	94
4. 47 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	94
4. 48 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	95
4. 49 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	95
4. 50 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	96
4. 51 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 9600 pada Transmitter dan Receiver	96
4. 52 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 9600 pada Transmitter dan Receiver	97
4. 53 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 9600 pada Transmitter dan Receiver	97

4. 54 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	98
4. 55 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	98
4. 56 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	99
4. 57 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 57600 pada Transmitter dan Receiver	99
4. 58 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 57600 pada Transmitter dan Receiver	100
4. 59 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 57600 pada Transmitter dan Receiver	100
4. 60 Sinyal ECG Lead I dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	101
4. 61 Sinyal ECG Lead II dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	101
4. 62 Sinyal ECG Lead III dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	102
5. 1 Rangkaian Instrumentation Amplifier	112
5. 2 Output Function Generator	112
5. 3 Output dengan input 1Vpp	112
5. 4 Rangkaian Filter	114
5. 5 Rangkaian Penguat Non-Inverting	116

5. 6 Rangkaian Adder	117
5. 7 Rangkaian Switching Lead	118
5. 8 Rangkaian Receiver	119

DAFTAR TABEL

2. 1 Tabel kebenaran IC CD405X	38
2. 2 Spesifikasi LCD Nextion	42
2. 3 Konfigurasi pin	44
2. 4 Spesifikasi nRF24L01	45
3. 1 Definisi Operasional Variabel	55
3. 2 Jadwal Kegiatan	62
4. 1 Hasil pengukuran BPM pada Lead I	86
4. 2 Hasil Pengukuran BPM pada Lead II	86
4. 3 Hasil Pengukuran BPM pada Lead III	87
4. 4 Pengiriman Data dengan Variasi Baud Rate	91
4. 5 Pengiriman Data Delay dengan Variasi Baud Rate	92
4. 6 Hasil Pengiriman Data Terhadap Jarak Pengiriman	102
5. 1 Konfigurasi Multiplexer	118