

LAPORAN SKRIPSI
EVALUASI LOSS DATA DAN KECEPATAN
PENGIRIMAN PADA RANCANG BANGUN ECG 6
LEAD DENGAN LORA WIRELESS
(Sadapan Pada Lead aVR, aVL, aVF)



OLEH :

ENGGAR RATNASIH
NIM. P27838119048

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran 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 Pada Lead aVR, aVL, aVF)

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 untuk menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.
2. Bapak Ir. Priyambada Cahya Nugraha, MT selaku dosen pembimbing teori yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan teori kepada penulis.
3. Ibu Dyah Titisari, ST., M. Eng selaku dosen pembimbing praktek yang penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.

4. Bapak Muhammad Ridha Mak'ruf, ST, M.Si selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Elektro-medik yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
5. Ibu Hj.Andjar Pudji, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektromedik yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
6. Bapak Suyatmo dan Ibu Tri Asih serta adik yang tercinta Dwi Paramitha Anggraini 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.
7. Para Dosen dan Karyawan/wati Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Elektro-medis 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. Syarifudin Abdillah alias didin sebagai partner kolaborasi mengerjakan skripsi yang telah memberi

support dan telah sabar kepada penulis ketika sedang badmood. Terimakasih pokok e

10. Kepada ENG, selaku anak baik yang telah bertahan sampai sejauh ini, tetap semangat. Proud of You Eng. Terimakasih ya ☺

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, Desember 2020

Enggar Ratnasih

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	6
1.3. Rumusan Masalah	8
1.4. Tujuan Penelitian	8
1.4.1. Tujuan Umum	8
1.4.2. Tujuan Khusus	8
1.5. Manfaat Penelitian	9
1.5.1. Manfaat Teoritis	9
1.5.2. Manfaat Praktis	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Study Literature	11
2.2. Landasan Teori	13

2.2.1. Jantung	13
2.2.2. Electrocardiography (ECG)	15
2.2.3. Sadapan ECG	16
2.2.4. Sinyal ECG	20
2.2.5. Jenis Noise ECG	22
2.3 Amplifier	24
2.3.1. Instrumentation Amplifier (AD620)	24
2.2.3. Adder Amplifier	26
2.4 Konsep Filter	26
2.4.1. Jenis Filter	27
2.4.2. Filter Digital	33
2.5. Komunikasi Nirkabel	35
2.5.1. Line Of Sight	36
2.5.2. Non Line Of Sight	37
2.6. Penggunaan Komponen	38
2.6.1. TFT Nextion	38
2.6.2. Modul nRF24L01P	41
2.6.3. Multiplexer	43
2.6.4. Arduino Nano	45
2.7. Penggunaan Software	47
2.7.1. Arduino IDE	47
2.7.2. Delphi	47
2.7.1. Matlab	48

BAB III METODE PENELITIAN	50
3.1. Diagram Blok Sistem	50
3.1.1. Diagram Blok Transmitter	50
3.1.2. Diagram Blok Receiver	52
3.2. Diagram Alir	52
3.2.1. Diagram Alir Penerima	52
3.2.1. Diagram Alir Penerima	54
3.2.2. Diagram Alir pada PC	55
3.3. Diagram Mekanis	56
3.4. Alat dan Bahan	56
3.4.1. Alat	56
3.4.2. Bahan	56
3.5. Desain Penelitian	57
3.6. Variabel Penelitian	58
3.6.1. Variabel Bebas	58
3.6.2. Variabel Terikat	58
3.6.3. Variabel Terkendali	58
3.7. Definisi Operasional Variabel	58
3.8. Teknik Analisis Data	59
3.8.1. Rata-rata	59
3.8.2. Error (%)	60
3.8.3. Paket Loss Data Pengiriman	60
3.9. Urutan Kegiatan Penelitian	61

3.10.	Tempat dan Jadwal Kegiatan Penelitian	65
3.11.	Jadwal Kegiatan	66
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		67
4.1.	Hasil Perancangan Hardware	67
4.2.	Hasil Pengukuran Test Point	70
4.3.	Hasil Perancangan Filter Digital IIR	71
4.3.1.	Tujuan	72
4.3.2.	Butterworth	72
4.3.3.	Filter Chebyshev I	75
4.3.4.	Filter Chebyshev II	79
4.3.4.	Filter Elliptic	82
4.4.	Hasil Penerapan Filter Digital	85
4.4.1.	Delay 100 Microseconds	85
4.4.2.	Delay 3200 Microseconds	86
4.5.	Hasil Tampilan Pada PC	88
4.6.	Hasil Pengukuran BPM Modul dengan ECG Simulator	90
4.7.	Hasil Pengujian Modul Transceiver	92
4.7.1.	Tujuan	92
4.7.2.	Alat yang digunakan	93
4.7.3.	Prosedur Pengujian	93
4.7.4.	Hasil Pengujian	95
4.8.	Analisis Hasil Pengukuran	109

4.8.1. Analisis Perancangan Filter Digital	109
4.8.2. Analisis Pengaruh Delay Terhadap Sinyal ECG	111
4.8.3. Analisis Hasil Pengukuran BPM	112
4.8.4. Analisis Hasil Pengujian Modul Transceiver	113
4.8.5. Analisis Pengaruh baudrate pada delay pengiriman	115
4.8.6. Analisis Jarak pengiriman	117
BAB V PEMBAHASAN	118
5.1. Rangkaian	118
5.1.1. Rangkaian Instrumentation Amplifier	118
5.1.2. Rangkaian Filter	120
5.1.3. Rangkaian Penguat Non-Inverting	122
5.1.4. Rangkaian Adder	124
5.1.5. Rangkaian Pemilihan Lead	124
5.1.6. Rangkaian Receiver	126
5.2. Program	127
5.2.1. Listing Program Pengambilan Data Filter Digital	127
5.2.2. Listing Program pemilihan Lead EKG	130
5.2.3. Listing Program Filter Digital pada Alat	131
5.2.4. Listing Program BPM	133
5.2.5. Listing Program tampilan TFT	135
5.2.6. Listing program pengiriman (Transmitter)	136

5.2.7. Listing program penerima (Receiver)	137
5.2.8. Listing Program Pemilihan Penerimaan Data Delphi	139
5.2.9. Program Pengolahan Data ADC pada Delphi7	141
5.3. Pengujian Modul Transceiver	145
5.3.1. Analisis Pengaruh Baudrate Pada Delay Pengiriman	147
5.3.2. Analisis Jarak Pengiriman	148
5.4. Kinerja Sistem Keseluruhan	149
BAB VI PENUTUP	153
6.1. Kesimpulan	153
6.2. Saran	154
DAFTAR PUSTAKA	156
LAMPIRAN	161

DAFTAR GAMBAR

2. 1 Anatomi jantung Jantung[11]	14
2. 2 Lead pada Tubuh	17
2. 3 Penempatan Elektroda	18
2. 4 Sadapan Bipolar	19
2. 5 Sadapan Unipolar	20
2. 6 Ilustrasi Terbentuknya Gelombang Denyut Jantung	21
2. 7 Bentuk Gelombang Normal ECG[23]	22
2. 8 Skematik didalam IC AD620	25
2. 9 Rangkaian dan Respon Frekuensi dari LPF	28
2. 10 Rangkaian Lowpass filter Aktif	28
2. 11 Grafik Respon Frekuensi Lowpass filter Aktif	29
2. 12 Rangkaian <i>Highpass filter</i> Pasif	30
2. 13 Grafik Respon Frekuensi Highpass filter	30
2. 14 Rangkaian Highpass filter Aktif	30
2. 15 Grafik Respon Frekuensi Highpass filter Aktif	31
2. 16 Grafik Respon Frekuensi dari BPF	32
2. 17 Grafik Respon Frekuensi dari BSF	33
2. 18 LCD TFT Nextion	38
2. 19 Modul nRF24L01P	42
2. 20 Konfigurasi pin nRF24L01	42

2. 21 Board Arduino Nano	46
3. 1 Blok Diagram Transmitter (Pengirim)	50
3. 2 Blok Diagram <i>Receiver</i> (Penerima)	52
3. 3 Diagram Alir (Pengirim / Transmitter)	53
3. 4 Diagram Alir (Penerima / <i>Receiver</i>)	54
3. 5 Diagram Alir penerima pada PC	55
3. 6 Diagram MekanikTampak Depan	56
3. 7 Diagram MekanikTampak Belakang	56
4. 1 Modul Alat EKG pada Transmitter	67
4. 2 Tampilan Layar TFT	68
4. 3 Hasil Desain Rangkaian ECG	68
4. 4 Modul Transmitter	69
4. 5 Modul Alat pada Receiver	69
4. 6 Tampilan Pada PC	70
4. 7 Input Function Generator 1 Vpp	71
4. 8 Output dengan input 1Vpp	71
4. 9 FDATool pada Matlab	73
4. 10 Respon Frekuensi Butterworth Orde 2	74
4. 11 Respon Frekuensi Butterworth Orde 4	74
4. 12 Respon Frekuensi Butterworth Orde 6	75
4. 13 Respon Frekuensi Butterworth Orde 8	75
4. 14 Respon Frekuensi Butterworth Orde 10	75
4. 15 FDATool pada Matlab	76

4. 16 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 2	77
4. 17 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 4	77
4. 18 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 6	78
4. 19 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 8	78
4. 20 Respon Frekuensi Chebyshev 1 Orde 10	78
4. 21 FDATool pada Matlab	79
4. 22 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 2	80
4. 23 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 4	80
4. 24 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 6	81
4. 25 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 8	81
4. 26 Respon Frekuensi Chebyshev II Orde 10	81
4. 27 FDATool pada Matlab	82
4. 28 Respon Frekuensi Eliptic Orde 2	83
4. 29 Respon Frekuensi Eliptic Orde 4	84
4. 30 Respon Frekuensi Eliptic Orde 6	84
4. 31 Respon Frekuensi Eliptic Orde 8	84
4. 32 Respon Frekuensi Eliptic Orde 10	85
4. 33 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVR	85
4. 34 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVL	86
4. 35 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVF	86
4. 36 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVR	87
4. 37 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVL	87
4. 38 Sinyal Filter dan sebelum filter Lead aVF	88

4. 39 Ripple pada Gelombang S-T	88
4. 40 Grafik pengirimannya data dengan variasi baudrate	97
4. 41 Grafik Pengiriman	98
4. 42 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	99
4. 43 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	99
4. 44 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 1200 pada Transmitter dan Receiver	100
4. 45 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	100
4. 46 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	101
4. 47 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 4800 pada Transmitter dan Receiver	101
4. 48 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 9600 pada Transmitter	102
4. 49 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 9600 pada Transmitter	102
4. 50 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 9600 pada Transmitter	103

4. 51 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	103
4. 52 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	104
4. 53 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 38400 pada Transmitter dan Receiver	104
4. 54 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 57600 pada Transmitter dan Receiver	105
4. 55 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	105
4. 56 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	106
4. 57 Sinyal ECG Lead aVR dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	106
4. 58 Sinyal ECG Lead aVL dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	107
4. 59 Sinyal ECG Lead aVF dengan Baud rate 115200 pada Transmitter dan Receiver	107
5. 1 Rangkaian Instrumentation Amplifier	119
5. 2 Output Function Generator	119
5. 3 Output dengan input 1Vpp	119
5. 4 Rangkaian Filter	121
5. 5 Rangkaian Penguat Non-Inverting	123

5. 6 Rangkaian Adder	124
5. 7 Rangkaian Switching Lead	126
5. 8 Rangkaian Receiver	127

DAFTAR TABEL

2. 1 Spesifikasi LCD Nextion	40
2. 2 Konfigurasi pin	42
2. 3 Spesifikasi nRF24L01	43
2. 4 Tabel kebenaran IC CD405X	45
2. 5 Spesifikasi Arduino Nano20	46
3. 1 Definisi Operasional Variabel	58
3. 2 Jadwal Kegiatan	66
4. 1 Hasil Pengukuran BPM pada Lead aVR	90
4. 2 Hasil Pengukuran BPM pada Lead aVL	91
4. 3 Hasil Pengukuran BPM pada Lead aVF	91
4. 4 Hasil Pengiriman Data Pada Variasi Baud Rate	96
4. 5 Hasil Pengiriman Data Terhadap Delay	97
4. 6 Hasil Pengiriman Data pada Jarak Pengiriman	108
5. 1 Konfigurasi Multiplexer	125