

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM *TRANSCEIVER* MODULASI FREKUENSI
BERBASIS *SOFTWARE DEFINED RADIO* DENGAN REDUKSI DERAU
MENGUNAKAN METODE *RECURSIVE LEAST SQUARE***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH

ALISYA ODILIA SHAFIRA

03041282025084

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM *TRANSCEIVER* MODULASI FREKUENSI
BERBASIS *SOFTWARE DEFINED RADIO* DENGAN REDUKSI DERAU
MENGUNAKAN METODE *RECURSIVE LEAST SQUARE***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH

ALISYA ODILIA SHAFIRA

03041282025084

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. IPU
NIP. 197108141999031005**

**Indralaya, Januari 2025
Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

**Ir. Puspa Kurniasari, S.T., M.T.
NIP. 198404162012122002**

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ir. Puspa Kurniasari, S.T., M.T.

Tanggal : Januari 2025

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alisya Odilia Shafira
NIM : 03041282025084
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 4 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Transceiver* Modulasi Frekuensi Berbasis *Software Defined Radio* dengan Reduksi Derau Menggunakan Metode *Recursive Least Square*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 16 Januari 2025



Alisya Odilia Shafira

NIM.03041282025084

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alisya Odilia Shafira
NIM : 03041282025084
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM *TRANSCEIVER* MODULASI FREKUENSI
BERBASIS *SOFTWARE DEFINED RADIO* DENGAN REDUKSI DERAU
MENGUNAKAN METODE *RECURSIVE LEAST SQUARE***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: Januari 2025



Alisya Odilia Shafira

NIM.03041282025084

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Transceiver* Modulasi Frekuensi Berbasis *Software Defined Radio* dengan Reduksi Derau Menggunakan Metode *Recursive Least Square*". Tak lupa pula, sholawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan mata kuliah skripsi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulisan hasil penelitian ini berdasarkan observasi langsung ke lapangan, diskusi dengan pembimbing, kajian literatur, dan studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini.

Dalam kesempatan ini juga, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lainnya yang mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, diantaranya :

1. Kedua orangtua saya tercinta, Awaludin dan Didit Lidia serta kakak-kakakku yang selalu memberikan semangat dan dukungan yang terbaik, selalu mengiringi dengan doa yang terbaik untuk penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Siddik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU. sebagai pimpinan jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM selaku sekretaris jurusan yang senantiasa membantu segala keperluan akademik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Puspa Kurniasari, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Tugas akhir yang telah memberikan ilmu, masukan, arahan serta bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Wirawan Adipradana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing dan memberi arahan selama menempuh perkuliahan.
6. Segenap Dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh perkuliahan.

7. Teman-teman seperjuangan Konsentrasi Teknik Telekomunikasi dan Informasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Pihak-pihak lain yang sangat membantu dalam perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat serta wawasan yang lebih luas kepada pembaca walaupun skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Terima kasih atas perhatian dan dukungannya.

Indralaya, 15 Januari 2025



Alisya Odilia Shafira

NIM.03041282025084

ABSTRAK**RANCANG BANGUN SISTEM *TRANSCIVER* MODULASI FREKUENSI
BERBASIS *SOFTWARE DEFINED RADIO* DENGAN REDUKSI DERAU
MENGUNAKAN METODE *RECURSIVE LEAST SQUARE***

(Alisya Odilia Shafira, 03041282025084, 451 Halaman + Lampiran)

Perkembangan teknologi pada bidang telekomunikasi terus berkembang, salah satunya yaitu perkembangan komunikasi radio untuk berkomunikasi melalui ruang bebas. Penggunaan radio konvensional masih menggunakan perangkat keras yang hanya dapat diubah pada kondisi fisiknya. Penelitian ini membuat suatu rancang bangun sistem *transceiver* FM dengan Raspberry Pi sebagai generator sinyal dan RTL-SDR untuk menerima sinyal dan selanjutnya dilakukan proses reduksi derau menggunakan algoritma *RLS*. Data yang digunakan pada pengujian ini berupa Audio, Gambar dan Video yang dapat dilakukan pengiriman secara *real-time*. Terdapat penambahan *noise* AWGN dengan nilai yang bervariasi mulai dari 5 dB hingga 30 dB. Hasil penelitian ini, sistem berhasil mengirimkan dan menerima data audio, data gambar dan data video pada jarak pengiriman 1 meter hingga 12 meter dalam ruangan. Pada pengiriman audio secara *live* menggunakan mikrofon terjadi *delay* paling lama yaitu selama 3,35 detik dan *delay* paling singkat selama 1,50 detik. Reduksi *noise* menggunakan algoritma *RLS* menunjukkan hasil yang optimal dengan nilai SNR tertinggi masing-masing sebesar 84,6 dB pada data Audio, 76,28 dB pada data Gambar dan 51,98 dB pada data Video. Nilai MSE terendah yang diperoleh setelah pengujian yaitu $9,16 \times 10^{-14}$ pada data Audio, $3,05 \times 10^{-15}$ pada data Gambar dan 15,58 pada data Video.

Kata Kunci : Sistem Transceiver FM, RTL-SDR, Recursive Least Square (RLS), SNR, MSE, Delay.

ABSTRACT**DESIGN OF SOFTWARE DEFINED RADIO BASED FREQUENCY MODULATION
TRANSCEIVER SYSTEM WITH NOISE REDUCTION USING RECURSIVE LEAST
SQUARE METHOD**

(Alisya Odilia Shafira, 03041282025084, 451 pages + Appendices)

Technological developments in the field of telecommunications continue to grow, one of which is the development of radio communication to communicate through free space. The use of conventional radio still uses hardware that can only be changed in its physical condition. This research makes a FM transceiver system design with Raspberry Pi as a signal generator and RTL-SDR to receive signals and then the noise reduction process is carried out using the RLS algorithm. The data used in this test is in the form of Audio, Images and Videos that can be sent in real-time. There is the addition of AWGN noise with varying values ranging from 5 dB to 30 dB. The results of this study, the system successfully sends and receives audio data, image data and video data at a sending distance of 1 meter to 12 meters indoors. In sending live audio using a microphone, the longest delay is 3.35 seconds and the shortest delay is 1.50 seconds. Noise reduction using the RLS algorithm shows optimal results with the highest SNR values of 84.6 dB on Audio data, 76.28 dB on Image data and 51.98 dB on Video data, respectively. The lowest MSE values obtained after testing are $9,16 \times 10^{-14}$ on Audio data, $3,05 \times 10^{-15}$ on Image data and 15.58 on Video data.

Keywords — FM Transceiver System, RTL-SDR, Recursive Least Square (RLS), SNR, MSE, Delay.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xxxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Metode Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TEORI DASAR	8
2.1. Modulasi.....	8
2.1.1. Modulasi Analog.....	8
2.1.2. Modulasi Digital	11
2.2. Sistem Transmisi FM	12
2.2.1. Pemancar (<i>Transmitter</i>)	12
2.2.2. Penerima (<i>Receiver</i>).....	12
2.3. Penghapusan Derau (<i>Noise</i>)	12
2.4. Algoritma <i>Recursive Least Square</i>	13
2.5. Algoritma <i>Least Mean Square</i> (LMS).....	16
2.6. <i>Additive White Gaussian Noise</i> (AWGN)	18
2.7. Parameter Pengujian.....	18
2.7.1. <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR).....	19

2.7.2.	<i>Mean Square Error (MSE)</i>	19
2.7.3.	<i>Delay</i>	20
2.7.4.	Kualitas Informasi	20
2.8.	<i>Software Defined Radio (SDR)</i>	20
2.8.1.	<i>Register Transfer Level-Software Defined Radio (RTL-SDR)</i>	22
2.9.	<i>Raspberry Pi</i>	23
2.10.	MATLAB	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1.	Waktu Penelitian dan Lokasi Penelitian	26
3.2.	Perancangan Sistem	26
3.3.	Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	27
3.3.1.	Perangkat Keras	27
3.3.2.	Perangkat Lunak	31
3.4.	Ilustrasi Perancangan Penelitian	32
3.4.1.	Sistem Pemancar	32
3.4.2.	Sistem Penerima	35
3.5.	Diagram Alir Penelitian	37
3.6.	Metode Pembahasan	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1.	Perancangan Perangkat Sistem <i>Transceiver Frequency Modulation (FM)</i>	42
4.1.1.	Sistem <i>Transmitter FM</i>	42
4.1.2.	Sistem <i>Receiver FM</i>	44
4.1.3.	Sistem <i>Transceiver FM</i>	45
4.2.	Denah Lokasi Pengujian Sistem <i>Transceiver FM</i>	46
4.3.	Pengujian Perangkat Sistem <i>Transceiver FM</i>	47
4.3.1.	<i>Instalasi Program</i>	49
4.3.2.	Proses Transmisi	54
4.4.	Karakteristik Data pada Sistem <i>Transceiver FM</i>	55
4.4.1.	Audio	55
4.4.2.	Gambar	56
4.4.3.	Video	57
4.5.	Pengujian Sistem <i>Transceiver FM</i> dengan Data Audio	57
4.5.1.	Pengiriman Audio pada Sistem <i>Transceiver FM</i> Tanpa Menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	58

4.5.1.1.	Tahap Pengujian Sistem Transceiver FM Tanpa Menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Audio	58
4.5.1.2.	Hasil Pengujian Sistem Transceiver FM Tanpa Menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Audio	59
4.5.1.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	64
4.5.1.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	85
4.5.2.	Pengiriman Audio pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	105
4.5.2.1.	Tahap Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> pada Pengiriman Data Audio	105
4.5.2.2.	Hasil Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> pada Pengiriman Data Audio	107
4.5.2.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Audio menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	110
4.5.2.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	130
4.5.3.	Pengiriman Audio pada Sistem <i>Transceiver</i> FM Menggunakan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	153
4.5.3.1.	Tahap Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM Menggunakan Penambahan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Audio.....	153
4.5.3.3.	Reduksi <i>noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	158
4.5.3.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	176
4.5.4.	Pengiriman Audio pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	197
4.5.4.1.	Tahap Pengujian pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> Pada Pengiriman Audio	197
4.5.4.2.	Hasil Pengujian pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> Pada Pengiriman Audio	199

4.5.4.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	202
4.5.4.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Audio Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	221
4.6.	Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Data Gambar	243
4.6.1.	Pengiriman Gambar pada Sistem <i>Transceiver</i> FM Tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	245
4.6.1.1.	Tahap Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM Tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Gambar	245
4.6.1.2.	Hasil Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM Tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Gambar	246
4.6.1.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM Tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	254
4.6.1.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM Tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	265
4.6.2.	Pengiriman Gambar pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	279
4.6.2.1.	Tahap Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> pada Pengiriman Data Gambar	279
4.6.2.2.	Hasil Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> pada Pengiriman Data Gambar	280
4.6.2.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	286
4.6.2.4.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	297
4.6.3.	Pengiriman Gambar pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan menggunakan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	311
4.6.3.1.	Tahap Pengujian pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan menggunakan Penambahan <i>Low Pass Filter</i> Pada Pengiriman Data Gambar	311
4.6.3.2.	Hasil Pengujian pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan menggunakan Penambahan <i>Low Pass Filter</i> pada Pengiriman Data Gambar	312

4.6.3.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	318
4.6.3.4.	Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	331
4.6.4.	Pengiriman Gambar Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	344
4.6.4.1.	Tahap Pengujian Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> Pada Pengiriman Data Gambar	344
4.6.4.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> Pada Pengiriman Data Gambar	346
4.6.4.3.	Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	352
4.6.4.4.	Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Gambar menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	365
4.7.	Pengujian Sistem <i>Transceiver</i> FM untuk Pengiriman Data Video	378
4.7.1.	Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	379
4.7.1.1.	Tahap Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	379
4.7.1.2.	Hasil Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	379
4.7.1.3.	Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	384
4.7.1.4.	Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM tanpa Penambahan <i>Low Pass Filter</i> dan <i>RF Amplifier</i>	391
4.7.2.	Pengiriman Video pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	396
4.7.2.1.	Tahap Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	396
4.7.2.3.	Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	401

4.7.2.4. Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	406
4.7.3. Pengiriman Video pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	411
4.7.3.1. Tahap Pengujian Pengiriman Video pada Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan Komponen <i>Low Pass Filter</i>	411
4.7.3.2. Hasil Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	412
4.7.3.3. Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Video Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	416
4.7.3.4. Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>Low Pass Filter</i>	421
4.7.4. Pengiriman Video pada Sistem <i>Transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	427
4.7.4.1. Tahap Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	427
4.7.4.2. Hasil Pengujian Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	428
4.7.4.3. Reduksi <i>Noise</i> Menggunakan Metode <i>Recursive Least Square</i> pada Proses Pengiriman Video Menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	432
4.7.4.4. Reduksi <i>Noise</i> menggunakan Metode <i>Least Mean Square</i> pada Proses Pengiriman Video menggunakan Sistem <i>Transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	438
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	445
5.1. Kesimpulan.....	445
5.2. Saran.....	445
DAFTAR PUSTAKA.....	447
LAMPIRAN.....	447

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk gelombang modulasi analog	10
Gambar 2. 2 <i>Adaptive Noise Canceller</i>	13
Gambar 2. 3 Struktur filter adaptif dengan algoritma RLS	15
Gambar 2. 4 Arsitektur <i>Software Defined Radio</i>	21
Gambar 2. 5 RTL-SDR	23
Gambar 2. 6 Papan <i>Raspberry Pi</i>	24
Gambar 2. 7 Tampilan MATLAB	25
Gambar 3. 1 Ilustrasi perancangan sistem	32
Gambar 3. 2 Ilustrasi pengujian jangkauan jarak.....	34
Gambar 3. 3 Diagram alir penelitian.....	37
Gambar 3. 4 Diagram kerja pengurangan derau atau <i>Noise</i>	41
Gambar 4. 1 Implementasi hasil perancangan alat sistem transmitter FM	42
Gambar 4. 2 Ilustrasi hasil perancangan alat sistem <i>transmitter</i>	43
Gambar 4. 3 Penempatan General Purpose Input/Output (GPIO) pada Raspberry Pi.....	44
Gambar 4. 4 Hasil perancangan sistem receiver FM	45
Gambar 4. 5 Denah lokasi Laboratorium Teknik Telekomunikasi dan Informasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.....	46
Gambar 4. 6 Perangkat sistem pengiriman tanpa <i>Low Pass Filter</i> dan <i>RF Amplifier</i>	47
Gambar 4. 7 Tampilan Raspberry Pi Imager.....	48
Gambar 4. 8 Tampilan Raspberry Pi pada VNC <i>Viewers</i>	49
Gambar 4. 9 Tampilan GUI Program RPITX	50
Gambar 4. 10 Perintah PISSTV	51
Gambar 4. 11 Tampilan GQRX (a) GQRX tidak menerima sinyal informasi (b) GQRX menerima sinyal informasi.....	53
Gambar 4. 12 Gambar yang dikirimkan (a) Gambar full warna dengan tulisan (b) Gambar dengan warna netral (c) Foto dengan hasil kamera	56
Gambar 4. 13 Cuplikan video (a) Video 1 (b) Video 2	57
Gambar 4. 14 Proses pengiriman informasi audio menggunakan <i>microphone</i> secara real-time	59
Gambar 4. 15 Pengambilan data dBFs (a) <i>Floor</i> (b) <i>Peak</i>	60
Gambar 4. 16 SNR hasil tahap transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	62

Gambar 4. 17 Hasil penambahan <i>Noise</i> AWGN pada sinyal suara (a) Sawtooth signal (b) Sinyal suara	64
Gambar 4. 18 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah pengolahan RLS ..	65
Gambar 4. 19 SNR hasil RLS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	66
Gambar 4. 20 MSE hasil proses RLS Audio 1 pada sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	68
Gambar 4. 21 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	69
Gambar 4. 22 SNR hasil proses RLS Audio 2 pada sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	70
Gambar 4. 23 MSE hasil proses RLS Audio 2 pada sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	72
Gambar 4. 24 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 3 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	73
Gambar 4. 25 SNR hasil proses RLS Audio 3 pada sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	74
Gambar 4. 26 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Recursive Least Square</i> pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	76
Gambar 4. 27 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	77
Gambar 4. 28 SNR hasil proses RLS Mic 1 pada sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	78
Gambar 4. 29 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Recursive Least Square</i> pada Audio Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	80
Gambar 4. 30 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	81

Gambar 4. 31 SNR hasil proses RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	82
Gambar 4. 32 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Recursive Least Square</i> pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	84
Gambar 4. 33 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	85
Gambar 4. 34 SNR hasil proses LMS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	86
Gambar 4. 35 MSE hasil proses LMS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	88
Gambar 4. 36 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	89
Gambar 4. 37 SNR hasil proses LMS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	90
Gambar 4. 38 MSE hasil proses LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	92
Gambar 4. 39 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	93
Gambar 4. 40 SNR hasil proses LMS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	94
Gambar 4. 41 MSE hasil proses LMS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	96
Gambar 4. 42 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	97
Gambar 4. 43 SNR hasil proses LMS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	98
Gambar 4. 44 MSE hasil proses LMS pada Audio Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	100

Gambar 4. 45 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	101
Gambar 4. 46 SNR hasil proses LMS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	102
Gambar 4. 47 MSE hasil proses LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	104
Gambar 4. 48 Rangkaian sistem <i>transceiver</i> FM menggunakan penambahan <i>RF Amplifier</i>	106
Gambar 4. 49 SNR proses transmisi data audio menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	108
Gambar 4. 50 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM menggunakan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS.....	111
Gambar 4. 51 SNR hasil proses RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	112
Gambar 4. 52 MSE hasil proses RLS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	114
Gambar 4. 53 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS.....	115
Gambar 4. 54 SNR hasil proses RLS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	116
Gambar 4. 55 MSE hasil proses RLS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	118
Gambar 4. 56 Ilustrasi sinyal pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS.....	119
Gambar 4. 57 SNR hasil proses RLS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	120
Gambar 4. 58 MSE hasil proses RLS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	122
Gambar 4. 59 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 1 saat sistem <i>transceiver</i> FM menggunakan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS.....	123

Gambar 4. 60 SNR hasil proses RLS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	124
Gambar 4. 61 MSE hasil proses RLS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	126
Gambar 4. 62 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 2 saat sistem <i>transceiver</i> FM menggunakan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS.....	127
Gambar 4. 63 SNR hasil proses RLS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	128
Gambar 4. 64 MSE hasil proses RLS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	130
Gambar 4. 65 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	131
Gambar 4. 66 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Least Mean Square</i> pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	132
Gambar 4. 67 MSE hasil proses <i>Least Mean Square</i> (LMS) Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	134
Gambar 4. 68 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	136
Gambar 4. 69 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Least Mean Square</i> pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	137
Gambar 4. 70 MSE hasil proses <i>Least Mean Square</i> (LMS) Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	139
Gambar 4. 71 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	140
Gambar 4. 72 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Least Mean Square</i> pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	141
Gambar 4. 73 MSE hasil proses <i>Least Mean Square</i> (LMS) Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	143

Gambar 4. 74 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	145
Gambar 4. 75 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Least Mean Square</i> pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	146
Gambar 4. 76 MSE hasil proses <i>Least Mean Square</i> (LMS) Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	148
Gambar 4. 77 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	149
Gambar 4. 78 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan <i>Least Mean Square</i> pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	150
Gambar 4. 79 MSE hasil proses <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 2 sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	152
Gambar 4. 80 Rangkaian sistem <i>transmitter</i> FM menggunakan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	154
Gambar 4. 81 SNR transmisi data Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	156
Gambar 4. 82 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	158
Gambar 4. 83 SNR hasil proses RLS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	159
Gambar 4. 84 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	161
Gambar 4. 85 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio Asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	162
Gambar 4. 86 SNR Hasil proses RLS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	163
Gambar 4. 87 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	165

Gambar 4. 88 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan komponen <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	166
Gambar 4. 89 SNR hasil proses RLS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	167
Gambar 4. 90 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	169
Gambar 4. 91 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	169
Gambar 4. 92 SNR hasil proses RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	170
Gambar 4. 93 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	172
Gambar 4. 94 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	173
Gambar 4. 95 SNR hasil proses RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	174
Gambar 4. 96 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	176
Gambar 4. 97 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	177
Gambar 4. 98 SNR hasil proses LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	178
Gambar 4. 99 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	180
Gambar 4. 100 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	181
Gambar 4. 101 SNR hasil proses LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	182

Gambar 4. 102 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	184
Gambar 4. 103 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio Asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	185
Gambar 4. 104 SNR hasil proses LMS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	186
Gambar 4. 105 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	188
Gambar 4. 106 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	189
Gambar 4. 107 SNR hasil proses LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	190
Gambar 4. 108 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	192
Gambar 4. 109 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada Mic 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan komponen <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS	193
Gambar 4. 110 SNR hasil proses LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	194
Gambar 4. 111 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	196
Gambar 4. 112 Rangkaian sistem <i>transmitter</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	198
Gambar 4. 113 SNR transmisi data Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	200
Gambar 4. 114 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	203
Gambar 4. 115 SNR hasil proses RLS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	204

Gambar 4. 116 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	206
Gambar 4. 117 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	207
Gambar 4. 118 SNR hasil proses RLS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	208
Gambar 4. 119 MSE hasil proses RLS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	210
Gambar 4. 120 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Audio 3 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal Audio Asli (b) Sinyal Audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal Audio setelah RLS	210
Gambar 4. 121 SNR hasil proses RLS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	211
Gambar 4. 122 MSE hasil proses RLS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	213
Gambar 4. 123 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 1 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	214
Gambar 4. 124 SNR hasil proses RLS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	215
Gambar 4. 125 MSE hasil proses RLS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	217
Gambar 4. 126 Ilustrasi sinyal pada pengolahan <i>Recursive Least Square</i> (RLS) pada Mic 2 saat menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah RLS	217
Gambar 4. 127 SNR hasil proses RLS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	218
Gambar 4. 128 MSE hasil proses RLS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	220

Gambar 4. 129 Ilustrasi sinyal hasil pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada data Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS ..	221
Gambar 4. 130 SNR hasil proses LMS Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan RF Amplifer dan <i>Low Pass Filter</i>	222
Gambar 4. 131 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	224
Gambar 4. 132 Ilustrasi sinyal hasil pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada data Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS ..	226
Gambar 4. 133 SNR hasil proses LMS Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan RF Amplifer dan <i>Low Pass Filter</i>	227
Gambar 4. 134 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	229
Gambar 4. 135 Ilustrasi sinyal hasil pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada data Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS ..	230
Gambar 4. 136 SNR hasil proses LMS Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan RF Amplifer dan <i>Low Pass Filter</i>	231
Gambar 4. 137 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	233
Gambar 4. 138 Ilustrasi sinyal hasil pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada data audio Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS ..	234
Gambar 4. 139 SNR hasil proses LMS Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan RF Amplifer dan <i>Low Pass Filter</i>	235
Gambar 4. 140 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	237
Gambar 4. 141 Ilustrasi sinyal hasil pengolahan <i>Least Mean Square</i> (LMS) pada data Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal audio asli (b) Sinyal audio dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal audio setelah LMS ..	239
Gambar 4. 142 SNR hasil proses LMS Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan RF Amplifer dan <i>Low Pass Filter</i>	240

Gambar 4. 143 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	242
Gambar 4. 144 Alur hasil perancangan sistem <i>transceiver</i> FM dan reduksi derau pada informasi gambar	244
Gambar 4. 145 Hasil <i>capture</i> dari <i>Camera Module Raspberry Pi</i>	246
Gambar 4. 146 Tampilan pengambilan data dBFs (a) Floor (b) Peak	247
Gambar 4. 147 SNR proses transmisi data Gambar menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	249
Gambar 4. 148 Hasil transmisi data Gambar 1 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	250
Gambar 4. 149 Hasil transmisi data Gambar 2 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	252
Gambar 4. 150 Hasil transmisi menggunakan kamera (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter.....	253
Gambar 4. 151 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	254
Gambar 4. 152 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	255
Gambar 4. 153 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	257
Gambar 4. 154 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	258
Gambar 4. 155 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	259
Gambar 4. 156 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	261
Gambar 4. 157 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	

(a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	261
Gambar 4. 158 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	262
Gambar 4. 159 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	264
Gambar 4. 160 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	266
Gambar 4. 161 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	267
Gambar 4. 162 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	269
Gambar 4. 163 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	270
Gambar 4. 164 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	271
Gambar 4. 165 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	273
Gambar 4. 166 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	275
Gambar 4. 167 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	276
Gambar 4. 168 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	278

Gambar 4. 169 SNR proses transmisi data Gambar menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	282
Gambar 4. 170 Hasil transmisi Gambar 1 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	283
Gambar 4. 171 Hasil transmisi Gambar 2 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	284
Gambar 4. 172 Hasil transmisi Gambar Kamera (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter.....	285
Gambar 4. 173 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS.....	287
Gambar 4. 174 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	288
Gambar 4. 175 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	290
Gambar 4. 176 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS.....	290
Gambar 4. 177 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	291
Gambar 4. 178 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	293
Gambar 4. 179 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	294
Gambar 4. 180 SNR proses reduksi <i>noise</i> RLS pada data Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	295
Gambar 4. 181 MSE proses reduksi <i>noise</i> RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	297

Gambar 4. 182 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS.....	298
Gambar 4. 183 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	299
Gambar 4. 184 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	301
Gambar 4. 185 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dengan (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	302
Gambar 4. 186 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	303
Gambar 4. 187 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	305
Gambar 4. 188 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	307
Gambar 4. 189 SNR proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM menggunakan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	308
Gambar 4. 190 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	310
Gambar 4. 191 SNR proses transmisi data Gambar menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	314
Gambar 4. 192 Hasil transmisi Gambar 1 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	315
Gambar 4. 193 Hasil transmisi Gambar 2 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	316
Gambar 4. 194 Hasil transmisi gambar menggunakan kamera (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	317

Gambar 4. 195 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS.....	319
Gambar 4. 196 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	320
Gambar 4. 197 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	322
Gambar 4. 198 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS.....	323
Gambar 4. 199 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	324
Gambar 4. 200 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	326
Gambar 4. 201 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	327
Gambar 4. 202 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	328
Gambar 4. 203 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	330
Gambar 4. 204 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS.....	331
Gambar 4. 205 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	333
Gambar 4. 206 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	335
Gambar 4. 207 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS.....	336
Gambar 4. 208 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	337

Gambar 4. 209 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	339
Gambar 4. 210 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	340
Gambar 4. 211 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	341
Gambar 4. 212 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	343
Gambar 4. 213 SNR proses transmisi data Gambar menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	347
Gambar 4. 214 Hasil transmisi data Gambar 1 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	348
Gambar 4. 215 Hasil transmisi data Gambar 2 (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	350
Gambar 4. 216 Hasil transmisi data gambar menggunakan kamera (a) Jarak 12 meter (b) Jarak 11 meter (c) Jarak 10 meter (d) Jarak 9 meter (e) Jarak 8 meter (f) Jarak 7 meter (g) Jarak 6 meter (h) Jarak 5 meter (i) Jarak 4 meter (j) Jarak 3 meter (k) Jarak 2 meter (l) Jarak 1 meter	351
Gambar 4. 217 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 1 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	352
Gambar 4. 218 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	354
Gambar 4. 219 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	356
Gambar 4. 220 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	356

Gambar 4. 221 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	358
Gambar 4. 222 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	360
Gambar 4. 223 Ilustrasi sinyal pada pengolahan RLS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah RLS	361
Gambar 4. 224 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	362
Gambar 4. 225 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada data Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	364
Gambar 4. 226 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 1 saat transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	366
Gambar 4. 227 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	367
Gambar 4. 228 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	369
Gambar 4. 229 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar 2 saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	370
Gambar 4. 230 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	371

Gambar 4. 231 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	373
Gambar 4. 232 Ilustrasi sinyal pada pengolahan LMS pada data Gambar Kamera saat transmisi oleh sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Sinyal gambar asli (b) Sinyal gambar dengan <i>noise</i> AWGN (c) Sinyal gambar setelah LMS	374
Gambar 4. 233 SNR hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	375
Gambar 4. 234 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	377
Gambar 4. 235 Tampilan SDRangel dalam penerimaan sinyal video (a) konstelasi simbol (b) pengaturan penerimaan sinyal video.....	380
Gambar 4. 236 Hasil konstelasi DATV informasi data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Jarak 1 Meter (b) Jarak 2 Meter (c) Jarak 3 Meter (d) Jarak 4 Meter (e) Jarak 5 Meter (f) Jarak 6 Meter (g) Jarak 7 Meter (h) Jarak 8 Meter (i) Jarak 9 Meter (j) Jarak 10 Meter (k) Jarak 11 Meter (l) Jarak 12 Meter.....	381
Gambar 4. 237 Hasil konstelasi DATV informasi data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i> (a) Jarak 1 Meter (b) Jarak 2 Meter (c) Jarak 3 Meter (d) Jarak 4 Meter (e) Jarak 5 Meter (f) Jarak 6 Meter (g) Jarak 7 Meter (h) Jarak 8 Meter (i) Jarak 9 Meter (j) Jarak 10 Meter (k) Jarak 11 Meter (l) Jarak 12 Meter.....	383
Gambar 4. 238 Hasil konstelasi DATV informasi Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter	398
Gambar 4. 239 Hasil konstelasi DATV informasi Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter	400

Gambar 4. 240 Hasil konstelasi DATV informasi Video 1 menggunakan sistem *transceiver* FM dengan penambahan *Low Pass Filter* (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter413

Gambar 4. 241 Hasil konstelasi DATV informasi Video 2 menggunakan sistem *transceiver* FM dengan penambahan *Low Pass Filter* (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter415

Gambar 4. 242 Hasil konstelasi DATV informasi Video 1 menggunakan sistem *transceiver* FM dengan penambahan *RF Amplifier* dan *Low Pass Filter* (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter 429

Gambar 4. 243 Hasil konstelasi DATV informasi Video 2 menggunakan sistem *transceiver* FM dengan penambahan *RF Amplifier* dan *Low Pass Filter* (a) Jarak 1 meter (b) Jarak 2 meter (c) Jarak 3 meter (d) Jarak 4 meter (e) Jarak 5 meter (f) Jarak 6 meter (g) Jarak 7 meter (h) Jarak 8 meter (i) Jarak 9 meter (j) Jarak 10 meter (k) Jarak 11 meter (l) Jarak 12 meter 431

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi dan fungsi perangkat keras	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi dan Fungsi Perangkat Lunak	31
Tabel 4.1 <i>Source Code</i> Program RPITX.....	50
Tabel 4. 2 <i>Source Code</i> Program PISSTV	51
Tabel 4. 3 Keterangan kalimat yang diucapkan pada Audio.....	55
Tabel 4. 4 Keterangan spesifikasi perekaman audio	55
Tabel 4. 5 Delay proses transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	63
Tabel 4. 6 <i>Source Code</i> penambahan <i>Additive White Gaussian noise</i> (AWGN) dengan SNR 64	
Tabel 4. 7 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	67
Tabel 4. 8 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	70
Tabel 4. 9 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	75
Tabel 4. 10 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	79
Tabel 4. 11 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	83
Tabel 4. 12 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	87
Tabel 4. 13 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	91
Tabel 4. 14 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	95
Tabel 4. 15 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	99
Tabel 4. 16 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	103
Tabel 4. 17 Penulisan forgetting factor yang digunakan pada RLS.....	105
Tabel 4. 18 SNR transmisi data Audio menggunakan penambahan <i>RF Amplifier</i>	107

Tabel 4. 19 Delay proses transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	109
Tabel 4. 20 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	113
Tabel 4. 21 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	117
Tabel 4. 22 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	121
Tabel 4. 23 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	125
Tabel 4. 24 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	129
Tabel 4. 25 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	133
Tabel 4. 26 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	138
Tabel 4. 27 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	142
Tabel 4. 28 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	147
Tabel 4. 29 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	151
Tabel 4. 30 SNR transmisi data Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	155
Tabel 4. 31 Delay pada proses transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	157
Tabel 4. 32 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	160
Tabel 4. 33 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	164
Tabel 4. 34 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	168
Tabel 4. 35 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	171

Tabel 4. 36 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	175
Tabel 4. 37 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	179
Tabel 4. 38 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	183
Tabel 4. 39 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	187
Tabel 4. 40 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	191
Tabel 4. 41 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	195
Tabel 4. 42 SNR transmisi data Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	199
Tabel 4. 43 Delay proses transmisi menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	201
Tabel 4. 44 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	205
Tabel 4. 45 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 2 menggunakan komponen <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	209
Tabel 4. 46 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	212
Tabel 4. 47 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	216
Tabel 4. 48 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	219
Tabel 4. 49 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	223
Tabel 4. 50 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	228
Tabel 4. 51 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Audio 3 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	232
Tabel 4. 52 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	236

Tabel 4. 53 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Mic 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	241
Tabel 4. 54 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	256
Tabel 4. 55 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	260
Tabel 4. 56 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	263
Tabel 4. 57 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	268
Tabel 4. 58 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	272
Tabel 4. 59 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	277
Tabel 4. 60 SNR transmisi data Gambar dengan menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	281
Tabel 4. 61 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	289
Tabel 4. 62 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	292
Tabel 4. 63 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	295
Tabel 4. 64 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	300
Tabel 4. 65 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	304
Tabel 4. 66 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	309
Tabel 4. 67 SNR transmisi data Gambar dengan menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	313
Tabel 4. 68 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	321

Tabel 4. 69 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	325
Tabel 4. 70 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	329
Tabel 4. 71 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM penambahan <i>Low Pass Filter</i>	334
Tabel 4. 72 MSE hasil proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	338
Tabel 4. 73 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	342
Tabel 4. 74 SNR transmisi data Gambar menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan komponen <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	346
Tabel 4. 75 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	355
Tabel 4. 76 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	358
Tabel 4. 77 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma RLS pada Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	363
Tabel 4. 78 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	368
Tabel 4. 79 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	372
Tabel 4. 80 MSE proses reduksi <i>noise</i> dengan algoritma LMS Gambar Kamera menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	376
Tabel 4. 81 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	385
Tabel 4. 82 <i>Source Code</i> penambahan AWGN pada program RLS menggunakan Matlab ...	386
Tabel 4. 83 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	387

Tabel 4. 84 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	388
Tabel 4. 85 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	390
Tabel 4. 86 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	391
Tabel 4. 87 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	393
Tabel 4. 88 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	394
Tabel 4. 89 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM tanpa penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	395
Tabel 4. 90 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	401
Tabel 4. 91 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	402
Tabel 4. 92 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan Penambahan <i>RF Amplifier</i>	403
Tabel 4. 93 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	405
Tabel 4. 94 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	406
Tabel 4. 95 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	408
Tabel 4. 96 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	409
Tabel 4. 97 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada pengiriman data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i>	410

Tabel 4. 98 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	417
Tabel 4. 99 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	418
Tabel 4. 100 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada pengiriman data video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	419
Tabel 4. 101 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	420
Tabel 4. 102 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	422
Tabel 4. 103 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	423
Tabel 4. 104 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	424
Tabel 4. 105 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low Pass Filter</i>	425
Tabel 4. 106 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	432
Tabel 4. 107 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	434
Tabel 4. 108 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	435
Tabel 4. 109 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma RLS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	436
Tabel 4. 110 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>Low RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	438
Tabel 4. 111 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 1 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	439

Tabel 4. 112 SNR hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	441
Tabel 4. 113 MSE hasil reduksi <i>noise</i> menggunakan algoritma LMS pada data Video 2 menggunakan sistem <i>transceiver</i> FM dengan penambahan <i>RF Amplifier</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	442

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang telekomunikasi terus mengalami kemajuan pesat. Dengan adanya perkembangan teknologi tersebut sangat membantu dalam melakukan aktivitas. Kemajuan ini tercermin dalam berbagai aspek yaitu peningkatan percepatan, efisiensi jaringan hingga perkembangan infrastruktur nirkabel. Salah satu perkembangan teknologi dalam bidang telekomunikasi adalah komunikasi radio yang menggunakan gelombang elektromagnetik pada frekuensi radio untuk berkomunikasi melalui ruang bebas [1]. Keberadaan komunikasi radio membawa manfaat signifikan dengan mengurangi ketergantungan pada kabel dan infrastruktur fisik lainnya. Di samping keuntungan ekonomisnya, komunikasi radio juga memberikan keleluasaan bagi pengguna karena memiliki mobilitas yang baik. Namun, perangkat radio konvensional merupakan perangkat keras yang perlu diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi yang terus berlangsung.

Penerimaan radio konvensional dengan menggunakan perangkat keras hanya dapat diubah melalui modifikasi fisik yang mengakibatkan biaya produksi yang tinggi dan keterbatasan fleksibilitas. Komponen dalam pembentukan sistem pemancar dan sistem penerima memiliki spesifikasi yang berbeda sehingga sinkronisasi diperlukan pada tahap persiapan dan tidak semua komponen tersedia di pasaran. Jika salah satu komponen tidak tersedia maka perlu dilakukan sinkronisasi ulang [2]. *Software Defined Radio* (SDR) menyediakan solusi yang lebih fleksibel untuk meningkatkan komunikasi dengan jangkauan yang lebih luas. *Software Defined Radio* (SDR) didefinisikan sebagai radio dengan beberapa atau semua fungsi fisiknya ditentukan oleh perangkat lunak. Penggunaan *Software Defined Radio* (SDR) melalui peningkatan perangkat lunak memungkinkan untuk meningkatkan perangkat nirkabel yang *multi-mode*, *multi-band* atau multi-fungsi sehingga memberikan solusi yang efisien [3]. Walaupun demikian,

sistem *Software Defined Radio* (SDR) tetap membutuhkan perangkat keras lainnya sebagai contoh komputer.

Raspberry Pi merupakan mini komputer yang bersifat portabel dan dapat digunakan sebagai alternatif dari komputer konvensional. Pada umumnya, *Raspberry Pi* merupakan perangkat untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Pada penelitian sebelumnya [4], *prototype* pemancar radio *Frequency Modulation* (FM) telah dibuat dan dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Pada penelitian tersebut, *Raspberry Pi* digunakan sebagai pemancar *Frequency Modulation* (FM) dan proses pemancaran memanfaatkan *Software Defined Radio* (SDR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi pancar telah dapat dipancarkan dalam rentang radio *Frequency Modulation* (FM) standar yaitu 88 MHz hingga 108 MHz dan *prototype* telah dapat digunakan sebagai perangkat demonstrasi dalam kegiatan perkuliahan. Penelitian sebelumnya [5] membahas mengenai perancangan dan implementasi penerima dan pemancar *Frequency Modulation* (FM) menggunakan *Software Defined Radio* (SDR) dan juga *Raspberry Pi*. Sinyal audio yang dimodulasi frekuensi digunakan sebagai *input* untuk melakukan percobaan transmisi *Frequency Modulation* (FM) dengan *Raspberry Pi* sebagai pemancar. Sistem komunikasi *Frequency Modulation* (FM) ini berhasil dibuat dengan jangkauan 40 meter. Metode yang digunakan melibatkan *Raspberry Pi* sebagai pemancar *Frequency Modulation* (FM) dan *Nooelec Software Defined Radio* (SDR) Mini 2+ sebagai penerima dengan implementasi dilakukan melalui pemrograman bahasa C.

Pada penelitian sebelumnya [6] dibahas tentang teknik pengurangan *noise* dengan membandingkan dua algoritma yaitu *Least Mean Square* (LMS) dan *Recursive Least Square* (RLS). Data penelitian yang digunakan dalam percobaan diambil dari lima stasiun radio dengan penangkapan sinyal dilakukan oleh *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR). Sinyal hasil rekaman oleh *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR) diganggu melalui penambahan *noise Gaussian* sehingga sinyal

tersebut menjadi sinyal masukan untuk diproses dan difilter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Least Mean Square* (LMS) stabil tetapi memiliki kecepatan konvergensi yang lambat sedangkan pada algoritma *Recursive Least Square* (RLS) memiliki kestabilan yang kurang baik tetapi memiliki kecepatan konvergensi yang tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Recursive Least Square* (RLS) dan *Least Mean Square* (LMS) sehingga mendapatkan hasil berupa pengurangan *noise* pada *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR). Selain itu, kinerja *Recursive Least Square* (RLS) yang lebih baik dibandingkan *Least Mean Square* (LMS). Penelitian [7] membahas penerapan algoritma *Recursive Least Square* (RLS) pada sistem transmisi kabel menggunakan *Software Defined Radio* (SDR) khususnya *Universal Software Radio Peripheral* (USRP) dengan fokus pada meminimalkan jarak antara sinyal dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang mentransmisikan derau yang kemudian mengurangi tingkat kesalahan transmisi *Bit Error Rate* (BER). Tujuan utama dalam penelitian tersebut adalah untuk mencapai tingkat konvergensi yang tinggi untuk memenuhi persyaratan waktu pelatihan yang singkat dan sifat ekualisasi yang baik. Hasil penelitian [7] menunjukkan bahwa *equalizer Recursive Least Square* (RLS) memiliki performa lebih baik dalam hal *Bit Error Rate* (BER) dibandingkan dengan *equalizer* yang umum digunakan dari kelompok algoritma *Least Mean Square* (LMS). Hasil penelitian [6], [7] menunjukkan bahwa algoritma *Least Mean Square* (LMS) stabil tetapi memiliki konvergensi yang lambat sedangkan pada algoritma *Recursive Least Squares* (RLS) memiliki kestabilan yang kurang baik tetapi memiliki kecepatan konvergensi yang tinggi. Penelitian tersebut menggunakan metode *Recursive Least Square* (RLS) yang telah berhasil dibuktikan bahwa kinerja RLS lebih baik dibandingkan *Least Mean Square* (LMS).

Pada penelitian ini, penulis merancang suatu sistem *transceiver* modulasi frekuensi dengan fokus pada permasalahan *noise* yang muncul pada proses transmisi data. Sistem *transceiver* modulasi frekuensi dirancang menggunakan *Raspberry Pi* pada sisi penerima atau *receiver* dan menggunakan perangkat *Register Transfer Level-Software Defined Radio*

(RTL-SDR) untuk menerima sinyal yang dikirimkan oleh *Raspberry Pi*. Data pengujian yang dikirimkan pada penelitian ini meliputi Audio, Gambar dan Video. Data audio dan data gambar dapat dikirimkan secara *real-time* menggunakan kamera dan mikrofon. Setelah proses transmisi selesai, data pengujian yang diterima kemudian diolah untuk mengurangi derau menggunakan metode *Recursive Least Square* (RLS) pada MATLAB. Hasil dari proses pengolahan dengan RLS dibandingkan dengan algoritma *Least Mean Square* (LMS) untuk mengevaluasi kinerja kedua algoritma dalam mereduksi derau atau *noise*. Parameter pengukuran evaluasi kinerja yang digunakan meliputi *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Mean Square Error* (MSE), waktu *delay* dan kualitas akhir data yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan sistem *transceiver Frequency Modulation* (FM) dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR)?
2. Bagaimana reduksi derau dengan metode *Recursive Least Square* (RLS) pada sistem *transceiver Frequency Modulation* (FM) ?
3. Bagaimana pengujian dan analisis hasil rancangan sistem *transceiver Frequency Modulation* (FM) serta kualitas sinyal informasi hasil reduksi derau pada metode *Recursive Least Square*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan dari penelitian yang dilaksanakan ini yaitu:

1. Penelitian hanya berfokus pada perancangan dan implementasi sistem *transceiver Frequency Modulation* (FM).
2. Sisi pemancar *transmitter* dari sistem ini melibatkan penggunaan *Raspberry Pi*, *Power Amplifier* FM, *Low Pass Filter* dan *Antena* pengirim.

3. Pada sisi penerima atau *receiver* digunakan perangkat *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR) dan *Raspberry Pi*.
4. Data audio yang dikirimkan melalui sistem *transceiver* FM berupa pengambilan audio secara langsung menggunakan mic ataupun audio rekaman.
5. Data gambar yang dikirimkan melalui sistem *transceiver* FM berupa gambar dengan format *.ts* yaitu data gambar yang diambil langsung melalui kamera *smartphone* ataupun kamera yang terhubung dengan perangkat *Raspberry Pi*.
6. Data video yang dikirimkan melalui sistem *transceiver* FM berupa *video* yang sudah disiapkan pada perangkat *Raspberry Pi* format *.ts*.
7. Parameter pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yaitu *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Mean Square Error* (MSE), *Delay* dan kualitas informasi.
8. Pengujian hasil rancangan untuk menilai kemampuan daya pancar menggunakan jarak 1 meter hingga 12 meter.
9. Metode yang digunakan dalam pengurangan *noise* atau derau pada data informasi menggunakan *Recursive Least Square* (RLS) dan *Least Mean Square* (LMS) sebagai pembandingan.
10. *Software* yang digunakan GQTX, MMSSTV, SDRangel dan MATLAB.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu sistem *transceiver* radio *Frequency Modulation* (FM) berbasis *Raspberry Pi* dan *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR) serta untuk mengatasi tantangan dalam mengurangi *noise* atau derau menggunakan metode *Recursive Least Square* (RLS) yang dapat memperbaiki kualitas sinyal.

1.5. Metode Penelitian

Dalam penyelesaian penelitian ini terdapat berbagai metode penelitian yang digunakan, yaitu:

a. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi yang dibutuhkan seperti teori, perancangan alat ataupun hasil penelitian sebagai referensi bacaan. Informasi diperoleh dari jurnal nasional, jurnal internasional dan penelitian skripsi yang terkait rencana penelitian. Fokus pencarian termasuk *Frequency Modulation* (FM) berbasis *Raspberry Pi* dan *Register Transfer Level-Software Defined Radio* (RTL-SDR) serta *Noise Reduction*.

b. Perancangan Sistem

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan suatu sistem yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan batasan masalah yang ditetapkan.

c. Pengujian Hasil Perancangan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap hasil perancangan sistem yang telah dibuat dengan tujuan agar dapat mengamati kinerja dan diukur sesuai dengan konsep dan parameter yang ditetapkan.

d. Pengolahan Hasil Pengujian

Setelah hasil pengujian diperoleh, data hasil pengujian tersebut diproses sesuai dengan metode yang telah ditetapkan.

e. Pembahasan Hasil Pengujian

Pada tahap ini, penulis melakukan analisis serta membahas hasil yang telah didapatkan pada tahap pengujian dan pengolahan data perancangan berdasarkan parameter kerja sistem yang telah ditetapkan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam pembahasan penelitian ini menjelaskan alur penulisan secara runtut untuk memudahkan penulis dan pembaca. Secara garis besar, isi laporan ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat pengenalan umum mengenai penelitian yang dilakukan mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah,

tujuan penelitian, metode penelitian yang digunakan serta sistematika penulisan.

BAB 2 TEORI DASAR

Bab ini menyajikan berupa teori dasar relevan yang dijadikan referensi oleh penulis untuk mendukung pembahasan terkait permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian yang disusun agar sesuai dengan pelaksanaan dan prosedur penelitian yang telah ditetapkan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengulas mengenai hasil yang didapatkan dari perancangan penelitian dan pengujian penelitian yang telah dilakukan berdasarkan parameter telah ditentukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang merangkum hasil pembahasan dari bab sebelumnya serta saran dari penulis yang dapat menjadi masukan untuk perbaikan atau pengembangan dalam penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mustofa, S. Kusmaryanto, R. Ambarwati, and B. Dwika Nanda, "Transmitter Gelombang Frekuensi Radio (RF) FM Berbasis Raspberry Pi," *J. FORTECH*, vol. 3, no. 2, pp. 85–92, 2023, doi: 10.56795/fortech.v3i2.105.
- [2] A. Athiroh, N. F. A. Hakim, and I. Kustiawan, "Penerima AM / FM Kompak Reconfigurable Berbasis Software Defined Radio," *Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi SNETO 2021 Penerima*, pp. 130–138, 2021.
- [3] M. B. Sruthi, M. Abirami, A. Manikkoth, R. Gandhiraj, and K. P. Soman, "Low cost digital transceiver design for software defined radio using RTL-SDR," *Proc. - 2013 IEEE Int. Multi Conf. Autom. Comput. Control. Commun. Compress. Sensing, iMac4s 2013*, pp. 852–855, 2013, doi: 10.1109/iMac4s.2013.6526525.
- [4] S. Solekhan and M. Iqbal, "Media Pembelajaran Pemancar Wireless Fm Menggunakan Raspberry Pi," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 257–262, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3980.
- [5] C. P. Mallikarjuna Gowda, P. Prajwal, K. V. Bellad, V. Hima, and N. Suresh, "Design Implementation of FM Transceiver using Raspberry Pi and SDR," *Proc. Int. Conf. Technol. Adv. Innov. ICTAI 2021*, pp. 156–161, 2021, doi: 10.1109/ICTAI53825.2021.9673253.
- [6] A. Yuniar Rahman, M. Sa'adah, and Istiadi, "Pengurangan Noise Pada RTL-SDR Menggunakan Least Mean Square Dan Recursive Least Square," *Rekayasa Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 286–295, 2017.
- [7] R. Martinek, J. Vanus, M. Kelnar, P. Bilik, and J. Zidek, "Application of recursive least square algorithm to adaptive channel equalization," *XXI IMEKO World Congr. "Measurement Res. Ind.*, pp. 2–5, 2015.
- [8] G. Ramadhan, *Analisa Kinerja Pengkodean Kanal Menggunakan Bch Code Dan Reed Solomon Code Pada Sistem Sc-Fdma (Single Carrier-Frequency*

Division Multiple Access) Untuk Transmisi Citra. 2020.

- [9] R. G. Manik, “Jenis-Jenis Modulasi Sinyal,” *fit.labs.telkomuniversity.ac.id*, 2017. <https://fit.labs.telkomuniversity.ac.id/jenis-jenis-modulasi-sinyal/>.
- [10] N. Nayiroh, “Buku Petunjuk Praktikum Laboratorium Fisika Inti Atom,” pp. 0–39, 2019.
- [11] S. K. Balilayaran, D. Darlis, and D. A. Nurmantris, “Implementasi FM Transmitter Di FPGA Untuk Radio Komunitas Fakultas Ilmu Terapan,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 2301–2319, 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i2.8964.
- [12] H. G. Alfarizi, F. T. Elektro, U. Telkom, and A. Filter, “Penghapusan Derau Pada Sinyal Wicara Menggunakan Sistem Least Mean Square Noise Cancellation of Speech Signal Using Dual Microphone System With Discrete Cosine Transform Least Mean Square,” vol. 5, no. 2, pp. 2161–2168, 2018.
- [13] H. Kurniansyah and J. Raharjo, “Perancangan Simulasi dan Implementasi Noise Canceller Menggunakan Algoritma SFTRLIS pada OMAP-L138 untuk Radio Militer,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 2300–2306, 2015.
- [14] H. M. Himawan and P. P. Branjangan, “Pemodelan Dan Analisa Yaw-Lock Input Mixer Terhadap Free-Rudder Hovering Multicopter,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 157–163, 2017, doi: 10.35316/jimi.v2i2.469.
- [15] H. G. Alfarizi, “PENGHAPUSAN DERAU PADA SINYAL WICARA MENGGUNAKAN SISTEM DUA MIKROFON DENGAN ALGORITMA TRANSFORMASI KOSINUS DISKRIT LEAST MEAN SQUARE,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, pp. 2300–2306, 2018.
- [16] C. B. Waluyo, “BER Performance Analysis on AWGN Channel and Fading Channel by Using Diversity Method,” *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 4, no. April, 2018, doi: 10.28989/senatik.v4i0.213.
- [17] R. F. Adiati, A. Kusumawardhani, and H. Setijono, “Analisis Parameter Signal

- to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan-Kebalen,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 8–12, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26079.
- [18] N. Faris, S. Sika, F. Nadziroh, S. St, and I. G. Puja, “PROTOTYPE LOW COST SOFTWARE DEFINED RADIO (SDR) USING RASPBERRY BOARD,” vol. 9, no. 1, pp. 334–342, 2023.
- [19] R. Bulan, M. Yasar, D. Nurba, and A. Sitorus, “Development of a model for the estimated maximum compressive force from oil palm frond (OPF) with artificial neural network (ANN) approach,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 365, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/365/1/012059.
- [20] S. Gunawan, E. S. Rahman, and U. N. Makassar, “Metode Penentuan Perbaikan Noise Pada Data Musik Menggunakan Algoritma Least Mean Square,” vol. 01, no. November, pp. 48–56, 2023.
- [21] H. Fahmi, “Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik,” *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–105, 2018.
- [22] M. N. Iskandar, “Active Queue Management (AQM) Performance Analysis Based On Controled Delay (CoDel) Against Bufferbloat On Real-Time Aplication,” *Indones. J. Comput.*, vol. 2, no. 1, p. 119, 2017, doi: 10.21108/indojc.2017.2.1.139.
- [23] A. C. L. Hidayat, “ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS KOMPRESI VIDEO DIGITAL MENGGUNAKAN CODEC VP9, AV1 DAN SVT-AV1,” 2023.
- [24] S. M. Lawalata, E. Ali, S. Prodi, T. Telekomunikasi, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Analisis Penggunaan Radar Fmcw Dalam Mendeteksi Gesture Tangan Menggunakan Sdr Analysis of Hand Gesture Detection in Fmcw Radar Using Sdr,” vol. 7, no. 2, pp. 3323–3330, 2020.
- [25] P. Satya Narayana, M. N. V. S. Syam Kumar, A. Keerthi Kishan, and K. V. R.

- K. Suraj, "Design approach for wideband FM receiver using RTL-SDR and raspberry PI," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 9–12, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.31.13386.
- [26] A. Marwanto, M. A. Sarijari, N. Fisal, S. K. S. Yusof, and R. A. Rashid, "Experimental study of OFDM implementation utilizing GNU radio and USRP - SDR," *Proc. - MICC 2009 2009 IEEE 9th Malaysia Int. Conf. Commun. with a Spec. Work. Digit. TV Contents*, no. January, pp. 132–135, 2009, doi: 10.1109/MICC.2009.5431480.
- [27] M. Saber, H. K. Aroussi, A. El Rharras, and R. Saadane, "Raspberry Pi and RTL-SDR for Spectrum Sensing based on FM Real Signals," *Int. Conf. Multimed. Comput. Syst. -Proceedings*, vol. 2018-May, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICMCS.2018.8525867.
- [28] T. V. Rao and M. Tech, "A HIGHLY RELIABLE FM TRANSMITTER USING RASPBERRY PI," vol. 3, no. 4, pp. 63–65, 2018.
- [29] A. Juliansyah, R. Ramlah, and D. Nadiani, "Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 2, no. 4, pp. 199–205, 2021, doi: 10.35746/jtim.v2i4.113.
- [30] S. Dauda Yusuf, L. Williams Lucas, U. Ibrahim, M. Jones, and L. Abdulmumini Zubairu, "Construction and Implementation of Raspberry Pi Based Baby Monitoring System," *Int. J. Res. Innov. Appl. Sci. /*, vol. IV, no. January 2021, pp. 2454–6194, 2019, [Online]. Available: www.rsisinternational.org.
- [31] J. Schulze, "Apa itu Matlab?," 2024. https://www.coursera.org/articles/what-is-matlab?utm_medium=sem&utm_source=gg&utm_campaign=B2C_APAC_IBM_Data_Science_FTCOF_Professional_Certificate_ArtE_PMax&campaignid=20896738298&adgroupid=&device=c&keyword=&matchtype=&network=x&devicemodel=&adposition=.

- [32] Indra, “Belajar MATLAB: Pengertian, Fungsi, Kelebihan dan Kekurangan, Sistem dan Struktur,” *idmetafora.com*, 2022. <https://idmetafora.com/news/read/839/Belajar-MATLAB-Pengertian-Fungsi-Kelebihan-dan-Kekurangan-Sistem-dan-Struktur.html>.
- [33] N. K. C. Pratiwi, R. Magdalena, Y. N. Fuadah, S. Saidah, S. Rizal, and M. R. Isnaini, “Denoising Sinyal EEG dengan Algoritma Recursive Least Square dan Least Mean Square,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 122–129, 2019, doi: 10.15575/telka.v5n2.122-129.