

IMPLEMENTASI ALGORITMA LMS PADA SISTEM PENDETEKSI KERUSAKAN KOMPONEN PESAWAT TELEVISI BERWARNA BERBASIS KOMPUTER

Makalah Seminar Tugas Akhir

Hadhi Nugroho (L2F001598)

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRAK- Tugas Akhir ini membuat suatu perangkat lunak yang dapat mengamati sinyal keluaran masing-masing blok rangkaian elektronika pesawat televisi berwarna secara numeris dan grafis dan hasilnya dapat disimpan untuk digunakan sebagai data acuan.

Penelitian dilakukan dengan mengamati bentuk sinyal masing-masing blok rangkaian elektronika pesawat televisi berwarna. Pesawat televisi yang akan diamati adalah Panasonic TC14P10BB. Sinyal-sinyal ini akan diolah dengan menggunakan algoritma LMS. Analisis dari sinyal-sinyal yang dihasilkan oleh masing-masing blok ini dapat dipakai untuk menentukan kerusakan blok rangkaian pada televisi berwarna.

Pada pengujian perangkat lunak, diperoleh hasil bahwa algoritma LMS akan terus melakukan pembaruan bobot yang menyebabkan nilai keluaran tapis akan terus menyesuaikan dengan nilai keluaran terharap. Hal ini mengakibatkan galat yang dihasilkan akan minimum. Kecepatan pengadaptasian algoritma LMS dipengaruhi oleh laju konvergensi. Semakin kecil nilai laju konvergensi, maka proses pengadaptasian akan semakin lama. Sebaliknya, semakin besar laju konvergensi, maka proses pengadaptasian akan semakin cepat. Namun, jika laju konvergensi terlalu besar, maka sistem menjadi tidak stabil. Laju konvergensi yang sesuai akan menghasilkan MSE yang minimum. Tingkat keberhasilan dari perangkat lunak ini adalah sekitar 92,76 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak dapat bekerja dengan baik sesuai dengan aturan yang diprogramkan.

Kata kunci: pesawat televisi berwarna, algoritma LMS, laju konvergensi, MSE

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini pesawat televisi berwarna telah banyak dijumpai di masyarakat dengan intensitas pemakaian yang tinggi. Intensitas pemakaian yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan blok rangkaian komponen pesawat televisi.

Pesawat televisi yang rusak biasanya diperbaiki di bengkel-bengkel televisi. Bengkel-bengkel tersebut biasanya mengecek setiap komponen pesawat televisi yang rusak dengan multimeter atau berdasar pengalaman dan coba-coba. Hal ini akan berakibat fatal atau menambah tingkat kerusakan apabila komponen yang diperkirakan rusak tersebut ternyata tidak rusak.

Oleh karena itu, diperlukan suatu metode perbaikan kerusakan pesawat televisi berwarna dengan berbasis komputer. Dengan metode ini, bentuk sinyal dan tegangan pesawat televisi berwarna diambil dengan perangkat akuisisi data kemudian disimpan dalam perangkat lunak komputer sebagai data acuan yang nantinya akan dibandingkan dengan data tegangan yang didapat dari televisi berwarna lain yang rusak.

1.2. Tujuan

Penelitian dalam Tugas Akhir bertujuan untuk membuat perangkat lunak yang digunakan untuk mendeteksi sinyal keluaran masing-masing blok rangkaian elektronika pesawat televisi berwarna.

1.3. Pembatasan Masalah

Tugas Akhir ini dibuat dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Pesawat televisi berwarna yang diamati adalah Panasonic TC-14P10BB dalam kondisi baik.
2. Tidak membahas fungsi masing-masing blok rangkaian elektronika pesawat televisi berwarna.

3. Tidak membahas tentang perangkat akuisisi data.
4. Komunikasi data antara komputer dengan perangkat akuisisi data adalah secara serial.
5. Tidak membahas *handshaking* komunikasi serial.
6. Tapis yang digunakan adalah tapis digital FIR.
7. Program yang akan dibuat memiliki masukan dan keluaran tunggal, sehingga tapis akan menggunakan bentuk serial kombinator linear adaptif.
8. Algoritma yang digunakan adalah algoritma LMS (*Least Mean Square*).
9. Data yang ditampilkan oleh perangkat lunak merupakan data nilai rata-rata.
10. Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0*.

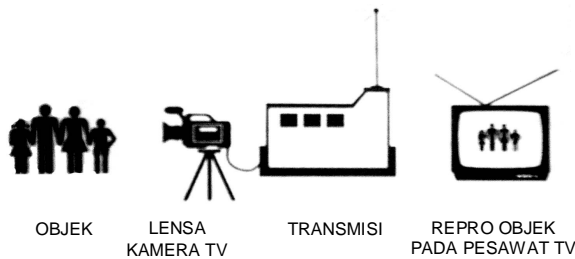
II. DASAR TEORI

2.1. Televisi

Saat ini, kata “televisi” sudah tidak asing lagi bagi masyarakat. Kata “televisi” sebenarnya berasal dari kata *tele* (yang berarti jauh) dan *vision* (yang berarti pandangan). Jadi, televisi berarti melihat / memandang dari jarak jauh.

2.1.1. Prinsip Kerja Televisi

Gambar yang tampak pada layar televisi sebenarnya merupakan hasil reproduksi suatu objek yang ditangkap lensa kamera stasiun televisi dan dipisahkan berdasarkan warna pokok, yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Hasil reproduksi tersebut kemudian ditransmisikan melalui udara atau juga kabel, bagi televisi kabel. Antena atau sistem penerimaan televisi akan menangkap sinyal yang dipancarkan stasiun pemancar televisi.

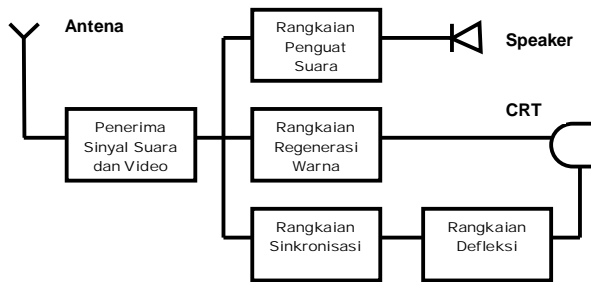


Gambar 1 Prinsip kerja televisi

Sinyal-sinyal dari stasiun pemancar televisi yang dapat ditangkap diperkuat terlebih dahulu oleh rangkaian penguat. Setelah diperkuat, getaran ini harus dipisahkan menjadi sinyal gambar dan sinyal suara. Sinyal gambar akan diteruskan ke tabung sinar katoda setelah sebelumnya diperkuat di dalam rangkaian televisi. Sinyal suara akan diteruskan ke pengeras suara (*speaker*) setelah diperkuat di rangkaian penguat suara.

Agar antara suara dengan gambar selalu sinkron atau selaras, maka peralatan di dalam televisi harus dilengkapi dengan rangkaian sinkronisasi. Rangkaian sinkronisasi ini dapat mengontrol atau mengendalikan keselarasan antara gambar dan suara yang diterima oleh antena penerima televisi.

Berikut ini adalah skema sederhana pesawat televisi berwarna.



Gambar 2 Skema sederhana pesawat televisi berwarna

2.1.2. Gangguan / Kerusakan yang Sering Terjadi

Gangguan atau kerusakan yang umumnya terjadi pada pesawat televisi berwarna dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu:

1. Gangguan / kerusakan pada gambar
2. Gangguan / kerusakan pada warna gambar
3. Gangguan / kerusakan pada suara
4. Gangguan sinkronisasi

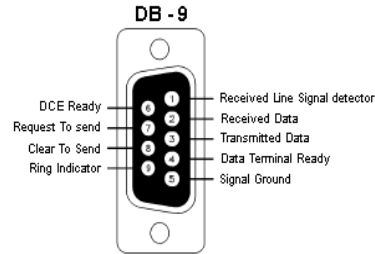
2.2. Komunikasi Data dengan Port Serial

Komunikasi data pada umumnya dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara serial dan secara paralel. Komunikasi data serial dilakukan dengan mengirimkan dan menerima data 8 bit secara satu per satu, sedangkan komunikasi data paralel dilakukan dengan mengirimkan dan menerima data 8 bit secara bersamaan.

2.2.1. Konfigurasi Port Serial

Pada komputer IBM PC kompatibel, biasanya terdapat 2 konektor port serial DB-9 yang biasa dinamai COM1 dan COM2. Port tersebut biasanya digunakan untuk *mouse*.

Konfigurasi port serial pada komputer dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Konektor serial DB-9

Tabel 1 Penggunaan pin, nama pin, dan jenis sinyal yang digunakan pada konektor serial DB-9

No. Pin	Nama Sinyal	Jenis
1	DCD (Data Carrier Detect)	Input
2	RxD (Receiver Data)	Input
3	TxD (Transmitter Data)	Output
4	DTR (Data Terminal Ready)	Output
5	GND (Ground)	-
6	DSR (Data Set Ready)	Input
7	RTS (Request to Send)	Output
8	CTS (Clear to Send)	Input
9	RI (Ring Indicator)	Input

Fungsi masing-masing pin pada konektor DB-9 adalah sebagai berikut:

- Pin 1 (DCD), berfungsi untuk mendeteksi boleh atau tidaknya DTE menerima data.
- Pin 2 (RxD), berfungsi sebagai jalur penerimaan data dari DCE ke DTE.
- Pin 3 (TxD), berfungsi sebagai jalur pengiriman data dari DTE ke DCE.
- Pin 4 (DTR), berfungsi untuk memberitahu kesiapan terminal DTE.
- Pin 5 (GND), berfungsi sebagai saluran *ground*.
- Pin 6 (DSR), berfungsi untuk menyatakan bahwa status data tersambung pada DCE
- Pin 7 (RTS), berfungsi untuk mengirim sinyal informasi dari DTE ke DCE bahwa akan ada data yang dikirim.
- Pin 8 (CTS), berfungsi untuk memberitahu DTE bahwa DCE siap untuk menerima data.
- Pin 9 (RI), berfungsi untuk memberitahu DTE bahwa ada terminal yang menginginkan komunikasi dengan DCE.

2.2.2. Pengaksesan Port Serial dengan Visual Basic 6.0

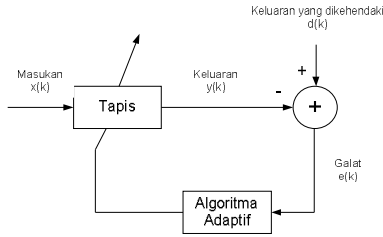
Pengaksesan port serial dengan *Visual Basic 6.0* dapat dilakukan secara langsung melalui register UART (*Universal Asynchronous Receiver / Transmitter*) atau menggunakan kontrol MSComm yang telah disediakan oleh *Visual Basic 6.0*. Tugas Akhir ini menggunakan kontrol MSComm untuk mengakses port serial.

Kontrol MSComm menyediakan fasilitas komunikasi antara program yang dibuat dengan port serial. Setiap MSComm hanya menangani satu port serial sehingga jika ingin menggunakan lebih dari satu port serial, maka MSComm yang digunakan harus sebanyak port serial yang dipakai.

2.3. Sistem Adaptif

Sistem adaptif adalah suatu sistem yang mampu menyesuaikan dan dapat beradaptasi langsung dengan kondisi lingkungannya. Atau dengan kata lain, sistem adaptif adalah suatu sistem yang parameter-parameter tapisnya berubah sesuai dengan aturan yang diprogramkan, sehingga sistem dapat bekerja dengan baik ketika lingkungan berubah.

Secara umum, sistem adaptif dapat digunakan untuk: penghilang derau, identifikasi sistem, *invers* identifikasi sistem, dan prediksi. Tugas Akhir ini akan membuat sistem adaptif yang akan digunakan sebagai prediktor. Diagram kotak suatu sistem adaptif dapat dilihat pada Gambar 4.

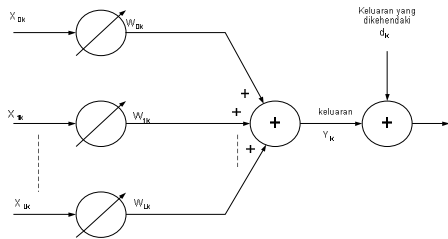


Gambar 4 Diagram kotak sistem adaptif

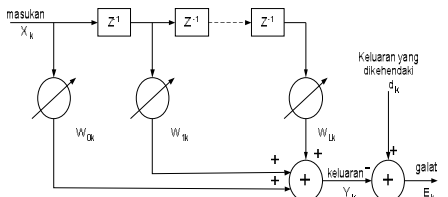
Pada umumnya, sistem adaptif terdiri atas 2 bagian, yaitu tapis dan algoritma adaptif. Tapis strukturnya dirancang agar dapat melakukan fungsi proses yang dikehendaki. Fungsi algoritma adaptif adalah untuk meminimalkan galat $e(k)$. Ini dilakukan dengan mengadaptasi masukan $x(k)$ sehingga keluaran tapis $y(k)$ akan sama dengan keluaran terharap $d(k)$.

2.3.1. Tapis Adaptif

Tapis adaptif menggunakan kombinator linear adaptif. Secara umum, ada 2 bentuk dasar kombinator linear adaptif. Untuk banyak masukan digunakan bentuk paralel dan untuk masukan tunggal digunakan bentuk serial. Kedua bentuk tersebut ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Bentuk umum paralel kombinator linear adaptif



Gambar 6 Bentuk umum serial kombinator linear Adaptif

Program yang akan dibuat memiliki masukan dan keluaran tunggal, sehingga tapis akan menggunakan bentuk serial kombinator linear adaptif.

Keluaran tapis adalah:

$$y(k) = W_k^T X_k \quad (1)$$

dengan:

$$W_k = [w_0(k) w_1(k) \dots w_{N-1}(k)] \quad (2)$$

$$X_k = [x(k) x(k-1) \dots x(k-N+1)] \quad (3)$$

di mana: W_k adalah vektor bobot

X_k adalah vektor masukan

T adalah transpose

k adalah indeks waktu

Sinyal galat adalah selisih antara keluaran tapis dengan keluaran yang dikehendaki.

$$e(k) = d(k) - y(k) \quad (4)$$

2.3.2. Algoritma LMS

Dalam sistem adaptif, keluaran tapis $y(k)$ akan dibandingkan dengan keluaran yang dikehendaki $d(k)$. Algoritma adaptif akan melakukan perbaikan bobot $w_n(k)$ berdasarkan besarnya galat $e(k)$.

Salah satu algoritma adaptif yang digunakan adalah algoritma LMS (*Least Mean Square*), yang dikenalkan oleh Widrow dan Hoff pada tahun 1959. Algoritma ini sederhana dalam perhitungan dan tidak memerlukan proses penaksiran gradien.

Algoritma LMS mendapatkan koefisien tapis dengan membuat galat kuadrat rata-rata yang minimum. Galat kuadrat rata-rata sering disebut MSE (*Mean Square Error*). MSE yang minimum diperoleh dengan menggunakan Persamaan (5).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (e(k))^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |d(k) - y(k)|^2 \quad (5)$$

N adalah panjang interval sinyal.

MSE merupakan salah satu parameter unjuk kerja dari sistem adaptif. Jika MSE yang dihasilkan kecil, maka unjuk kerja sistem adaptif semakin baik.

Dalam algoritma LMS, dipilih nilai $e^2(k)$ sebagai estimasi nilai MSE. Dengan demikian, MSE diestimasi dengan gradien $e^2(k)$, dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \nabla(k) &= \frac{\partial \xi}{\partial W(k)} = \frac{\partial e^2(k)}{\partial W(k)} \\ &= \frac{\partial}{\partial W(k)} [d(k) - X(k)W(k)]^2 \\ &= 2[d(k) - X(k)W(k)] [-X(k)] \\ &= -2e(k)X(k) \end{aligned} \quad (6)$$

Dengan estimasi gradien tersebut, maka bobot-bobot baru dalam algoritma LMS dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W(k+1) &= W(k) - \mu \nabla(k) \\ &= W(k) + 2\mu e(k)X(k) \end{aligned} \quad (7)$$

Konstanta μ merupakan laju adaptasi atau laju konvergensi algoritma LMS, yang akan mempengaruhi kecepatan atau kestabilan pengadaptasian atau pembelajaran. Konstanta μ bernilai antara 0 sampai 1 ($0 < \mu < 1$).

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Secara umum, sistem dari objek Tugas Akhir ini terdiri dari 3 bagian, yaitu blok rangkaian televisi, perangkat akuisisi data, dan perangkat lunak. Diagram blok sistem ini secara umum ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7 Diagram blok sistem secara umum

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati bentuk sinyal masing-masing blok rangkaian pesawat televisi berwarna. Analisis dari sinyal-sinyal yang dihasilkan oleh masing-masing blok ini dapat dipakai untuk menentukan kerusakan blok rangkaian pada televisi berwarna. Pesawat televisi yang akan diamati adalah Panasonic TC14P10BB dalam kondisi baik.

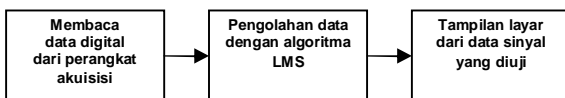
Data sinyal yang diperoleh dari masing-masing blok rangkaian akan digunakan sebagai acuan untuk merancang perangkat sistem akuisisi data. Jumlah titik pengamatan adalah sebanyak 28 titik, yaitu:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Penerima infra merah | 15. Keluaran merah |
| 2. Tombol operasi | 16. Penguat warna biru |
| 3. Masukan SAW | 17. Penguat warna hijau |
| 4. SCL | 18. Penguat warna merah |
| 5. SDA | 19. Masukan vertikal + |
| 6. Keluaran regulator 3,3 V | 20. Masukan vertikal - |
| 7. Keluaran regulator 5 V | 21. Masukan horizontal |
| 8. Keluaran regulator 8 V | 22. Keluaran vertikal + |
| 9. Keluaran regulator 11 V | 23. Keluaran vertikal - |
| 10. Keluaran regulator 13 V | 24. Keluaran horizontal low |
| 11. Keluaran regulator 26 V | 25. Keluaran horizontal high |
| 12. Keluaran regulator 90 V | 26. Keluaran audio |
| 13. Keluaran biru | 27. Keluaran penguat audio |
| 14. Keluaran hijau | 28. Volume |



Gambar 8 Tampilan untuk memilih titik pengamatan

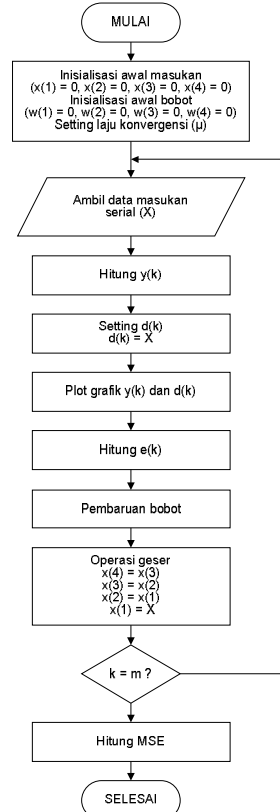
Gambar 8 adalah gambar tampilan perangkat lunak yang digunakan untuk memilih titik pengamatan. Sebelum memilih titik pengamatan, program harus terhubung terlebih dahulu dengan port serial dengan mengklik tombol "CONNECT".



Gambar 9 Rancangan perangkat lunak secara umum

Gambar 9 menunjukkan rancangan perangkat lunak secara umum. Pembuatan program dimulai dengan proses pembacaan data digital. Kemudian data digital tersebut diolah dengan algoritma LMS. Data keluaran (informasi sinyal) akan ditampilkan secara numeris dan grafis. Tampilan layar ini akan menunjukkan informasi data sinyal dari masing-masing blok rangkaian elektronika pesawat televisi berwarna.

Diagram alir perancangan program ditunjukkan pada Gambar 10. Perhitungan akan terus berlangsung hingga iterasi ke-m. Setelah iterasi ke-m, akan dihitung nilai MSE, yaitu jumlah galat kuadrat ($e^2(k)$) dibagi dengan banyaknya iterasi.



Gambar 10 Diagram alir program

Parameter-parameter yang perlu diberi inisialisasi awal dalam algoritma LMS adalah panjang tapis, nilai masukan $x(k)$, nilai bobot $w(k)$, dan nilai laju konvergensi μ . Dalam Tugas Akhir ini, nilai masukan $x(k)$ dan nilai bobot $w(k)$ diberi nilai awal nol, sedangkan panjang tapis yang digunakan adalah 4.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1. Cara Pengujian

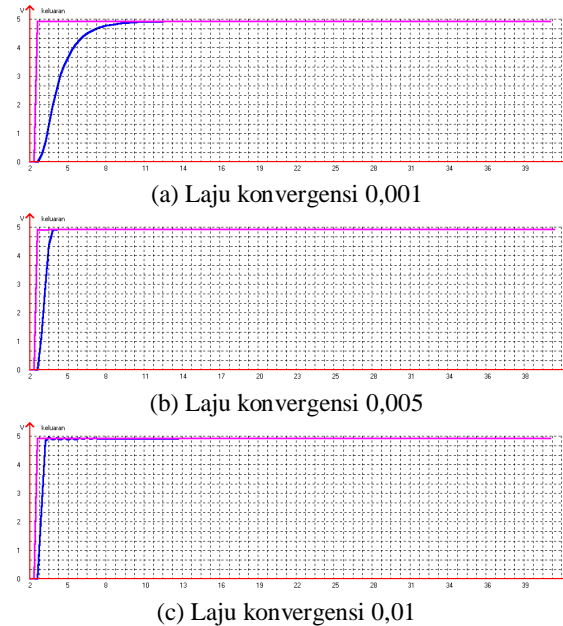
Pengujian dilakukan dengan menghubungkan perangkat keras ke komputer, lalu perangkat lunak dijalankan dan selanjutnya dilakukan pengambilan data dari masing-masing blok rangkaian pesawat televisi berwarna. Pengujian dilakukan dengan nilai laju konvergensi μ yang berbeda-beda, sampai diperoleh nilai μ yang menyebabkan nilai galat mendekati atau sama dengan nol. Pengujian untuk masing-masing titik pengamatan dilakukan selama 40 detik. Hasil pengujian ini akan disimpan dan digunakan sebagai

data acuan untuk mendeteksi adanya kerusakan pada pesawat televisi berwarna dengan merek yang sama.

4.2. Hasil Pengujian dan Analisis

Data yang ditampilkan oleh perangkat lunak merupakan grafik nilai rata-rata. Hal ini disebabkan adanya keterbatasan perangkat keras dan perangkat lunak dalam proses akuisisi data. Proses akuisisi data tidak dapat mendeteksi adanya perubahan frekuensi.

Hasil pengujian terhadap blok rangkaian penerima infra merah ditunjukkan pada Gambar 11. Garis berwarna ungu menunjukkan sinyal keluaran terhadap $d(k)$, sedangkan garis berwarna biru menunjukkan sinyal keluaran tapis $y(k)$.



Gambar 11 Hasil pengujian blok rangkaian penerima infra merah

Dari Gambar 11, terlihat bahwa pada mulanya nilai keluaran tapis $y(k)$ dengan nilai keluaran terharap $d(k)$ tidak sama. Atau memiliki galat yang masih besar. Namun, setelah beberapa detik, diperoleh nilai keluaran tapis $y(k)$ yang sama atau hampir sama dengan nilai keluaran terharap $d(k)$. Atau dapat dikatakan memiliki galat yang mendekati atau sama dengan nol. Dalam hal ini, algoritma LMS akan terus melakukan pembaruan bobot yang menyebabkan nilai keluaran tapis akan terus menyesuaikan dengan nilai keluaran terharap. Hal ini mengakibatkan galat yang dihasilkan akan minimum.

Pengaruh laju konvergensi μ juga dapat dilihat pada Gambar 11. Secara teoritis, nilai laju konvergensi akan mempengaruhi kecepatan atau kestabilan pengadaptasian pada algoritma LMS. Semakin kecil nilai laju konvergensi, maka proses pengadaptasian juga akan semakin lama. Sebaliknya, semakin besar laju konvergensi, maka proses pengadaptasian akan semakin cepat. Namun, jika laju konvergensi terlalu besar, maka sistem menjadi tidak stabil.

Nilai MSE yang diperoleh pada pengujian blok rangkaian penerima infra merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai MSE pada pengujian blok rangkaian penerima infra merah

Laju Konvergensi (μ)	MSE
0,001	0,7400
0,005	0,3048
0,01	0,2239

Dari Tabel 2, terlihat bahwa nilai laju konvergensi yang sesuai untuk blok rangkaian penerima infra merah adalah 0,01 dengan MSE yang dihasilkan sebesar 0,2239.

Hasil pengujian untuk seluruh titik pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian seluruh titik pengamatan

Titik	Laju Konvergensi	MSE	Titik	Laju Konvergensi	MSE
1	0,001	0,7400	15	0,001	0,5823
	0,005	0,3048		0,005	0,1940
	0,01	0,2239		0,02	0,1043
2	0,005	0,2061	16	0,000005	172,2932
	0,01	0,1472		0,00001	141,4206
3	0,02	0,1051	17	0,00002	91,9866
	0,01	0,0864		0,000005	198,2932
4	0,05	0,0390	18	0,00001	144,4206
	0,06	0,0354		0,00004	59,0617
	0,005	0,1950		0,000005	187,5900
5	0,01	0,1733	19	0,00001	114,9824
	0,02	0,1230		0,00003	70,6473
	0,01	0,1163		0,005	0,1457
6	0,02	0,0762	20	0,01	0,0931
	0,03	0,0627		0,05	0,0432
	0,005	0,2032		0,005	0,1511
7	0,01	0,1444	21	0,01	0,0962
	0,02	0,1051		0,05	0,0432
	0,001	0,7483		0,01	0,0874
8	0,005	0,3137	22	0,03	0,0503
	0,009	0,2452		0,06	0,0358
	0,001	0,8190		0,0001	5,7760
9	0,002	0,7899	23	0,0005	2,9103
	0,004	0,5718		0,001	2,1901
	0,0001	6,4996		0,0001	6,3910
10	0,0005	2,3812	24	0,0005	2,4829
	0,001	1,7060		0,001	1,7423
	0,0001	6,3788		0,00001	119,7365
11	0,0005	2,4721	25	0,00002	83,3089
	0,001	1,7601		0,00003	65,1489
	0,0001	11,2381		0,000001	586,8838
12	0,0002	8,2201	26	0,000007	146,0372
	0,0003	6,6444		0,00001	181,7277
	0,00001	130,1162		0,001	0,5751
13	0,00002	89,7376	27	0,005	0,2258
	0,00003	76,6489		0,02	0,1099
	0,001	0,5983		0,0005	1,4256
14	0,005	0,2159	28	0,001	0,9779
	0,01	0,1537		0,005	0,4405
	0,001	0,6277		0,1	0,0058
	0,005	0,1933		0,5	0,0021
	0,02	0,0943		0,9	0,0016

4.3. Perbandingan Hasil Pengujian Perangkat Keras dengan Perangkat Lunak

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan pengukuran tegangan masing-masing blok rangkaian pesawat televisi berwarna secara langsung dengan menggunakan voltmeter. Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 3 kali. Nilai terbaik dari pengukuran tersebut adalah nilai rata-rata dari tegangan terukur tersebut yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (8) berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i \quad (8)$$

dengan \bar{x} adalah nilai terbaik
 x_i adalah nilai terukur ke- i
 k adalah banyaknya pengukuran

Dengan menggunakan Persamaan (8), untuk blok rangkaian penerima infra merah, dengan nilai-nilai tegangan terukur adalah $x_1 = 4,56$ V, $x_2 = 4,40$ V, $x_3 = 4,59$ V, maka nilai terbaiknya adalah:

$$\bar{x} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{3} (4,56 + 4,40 + 4,59)$$

$$\bar{x} = 4,5167 \text{ V}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh nilai terbaik dari pengukuran tegangan untuk blok rangkaian yang lain yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai terbaik dari pengukuran tegangan blok rangkaian pesawat televisi berwarna

Titik	Pengukuran			Nilai Terbaik (volt)
	1 (volt)	2 (volt)	3 (volt)	
1	4,56	4,40	4,59	4,5167
2	3,29	3,29	3,29	3,2900
3	1,92	1,92	1,92	1,9200
4	3,90	4,07	3,90	3,9567
5	3,70	3,83	3,80	3,7767
6	3,29	3,29	3,29	3,2900
7	4,96	4,95	4,96	4,9567
8	7,84	7,85	7,86	7,8500
9	11,58	11,60	11,56	11,5800
10	12,38	12,38	12,30	12,3533
11	24,38	24,79	24,80	24,6567
12	90,50	90,40	90,50	90,4667
13	3,43	3,60	3,06	3,3633
14	3,28	3,50	3,33	3,3700
15	3,27	3,80	3,80	3,6233
16	98,54	98,14	90,8	95,8267
17	98,36	98,06	108,20	101,5400
18	95,8	90,1	84,3	90,0667
19	2,14	2,14	2,14	2,1400
20	2,06	2,06	2,06	2,0600
21	1,97	1,98	1,97	1,9733
22	12,79	12,79	12,78	12,7867
23	12,60	12,63	12,63	12,6200
24	90,20	90,20	90,30	90,2333
25	88,00	88,00	88,00	88,0000
26	3,30	3,37	3,37	3,3467
27	6,70	6,79	6,79	6,7600
28	0,36	0,36	0,39	0,3700

Perbandingan antara nilai tegangan blok rangkaian pesawat televisi berwarna yang diukur secara langsung dengan voltmeter (nilai terbaik) dengan nilai tegangan hasil prediksi dengan algoritma LMS (untuk iterasi terakhir) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan antara hasil pengujian perangkat keras dengan perangkat lunak

Titik	μ yang Sesuai	Tegangan (volt)		Selisih (volt)	Persentase Kesalahan
		Terukur	Prediksi		
1	0,01	4,5167	4,9219	0,4052	8,97%
2	0,02	3,2900	3,3084	0,0184	0,56%
3	0,06	1,9200	1,9180	0,0020	0,10%
4	0,02	3,9567	3,3916	0,5651	14,28%
5	0,03	3,7767	2,5873	1,1894	31,49%
6	0,02	3,2900	3,3091	0,0191	0,58%
7	0,009	4,9567	5,0426	0,0859	1,73%
8	0,004	7,8500	7,8463	0,0037	0,05%
9	0,001	11,5800	11,9886	0,4086	3,53%
10	0,001	12,3533	12,5638	0,2105	1,70%
11	0,0003	24,6567	25,1107	0,4540	1,84%
12	0,00003	90,4667	90,2999	0,1668	0,18%
13	0,01	3,3633	3,5208	0,1575	4,68%
14	0,02	3,3700	3,2462	0,1238	3,67%
15	0,02	3,6233	3,1237	0,4996	13,79%
16	0,00002	95,8267	87,5063	8,3204	8,68%
17	0,00004	101,5400	75,6429	25,8971	25,50%
18	0,00003	90,0667	84,4239	5,6428	6,27%
19	0,05	2,1400	2,1654	0,0254	1,19%
20	0,05	2,0600	2,0754	0,0154	0,75%
21	0,06	1,9733	1,8961	0,0772	3,91%
22	0,001	12,7867	12,9877	0,2010	1,57%
23	0,001	12,6200	12,4653	0,1547	1,23%
24	0,00003	90,2333	80,7409	9,4924	10,52%
25	0,000007	88,0000	125,8377	37,8377	43,00%
26	0,02	3,3467	3,3912	0,0445	1,33%
27	0,005	6,7600	6,8375	0,0775	1,15%
28	0,9	0,3700	0,3310	0,0390	10,53%

Tingkat kesalahan rata-rata perangkat lunak, yang ditunjukkan oleh Tabel 5 di atas adalah sebesar 7,24 %. Atau dengan kata lain, tingkat keberhasilan dari perangkat lunak ini adalah sekitar 92,76 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak dapat bekerja dengan baik sesuai dengan aturan yang diprogramkan.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perancangan dan hasil pengujian perangkat lunak, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Laju konvergensi berpengaruh terhadap kecepatan proses pengadaptasian. Semakin kecil nilai laju konvergensi, maka proses pengadaptasian akan semakin lama. Sebaliknya, semakin besar laju konvergensi, maka proses pengadaptasian akan semakin cepat. Namun,

jika laju konvergensi terlalu besar, maka sistem akan menjadi tidak stabil.

2. Laju konvergensi yang sesuai akan menghasilkan MSE yang minimum. Laju konvergensi yang sesuai untuk masing-masing titik pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Laju konvergensi yang sesuai untuk masing-masing titik pengamatan

Titik	μ yang Sesuai	MSE	Titik	μ yang Sesuai	MSE
1	0,01	0,2239	15	0,02	0,1043
2	0,02	0,1051	16	0,00002	91,9866
3	0,06	0,0354	17	0,00004	59,0617
4	0,02	0,1230	18	0,00003	70,6473
5	0,03	0,0627	19	0,05	0,0432
6	0,02	0,1051	20	0,05	0,0432
7	0,009	0,2452	21	0,06	0,0358
8	0,004	0,5718	22	0,001	2,1901
9	0,001	1,7060	23	0,001	1,7423
10	0,001	1,7601	24	0,00003	65,1489
11	0,0003	6,6444	25	0,000007	146,0372
12	0,00003	76,6489	26	0,02	0,1099
13	0,01	0,1537	27	0,005	0,4405
14	0,02	0,0943	28	0,9	0,0016

3. Tingkat keberhasilan dari perangkat lunak ini adalah sekitar 92,76 %. Atau dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak dapat bekerja dengan baik sesuai dengan aturan yang diprogramkan

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan pengujian, Penulis dapat memberikan saran-saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengamatan dapat dilakukan untuk pesawat televisi berwarna merek yang lain.
2. Program dapat dibuat dengan menggunakan algoritma adaptif lainnya, seperti algoritma RLS (*Recursive Least Square*), algoritma LS (*Least Square*), algoritma LMS / Newton, atau algoritma SER (*Sequential Regression*).
3. Komunikasi data antara komputer dengan perangkat akuisisi data dapat menggunakan port paralel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bonard, R., *Perbandingan Kinerja Algoritma LMS dan Algoritma Genetik untuk Filter Adaptif Penghilang Noise*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2002.
- [2] Dahlan, M., I. Gunadi, G. Yulianto, dan K. Adi, *Panduan Praktikum Fisika Dasar: Mekanika & Kalor*, Cetakan III, Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
- [3] Darjat, *Implementasi Algoritma LMS pada Pengukuran Suhu Secara Real-Time Berbasis Struktur Prediktif*, Tesis S-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2004.
- [4] Harteneck, M. dan R. W. Stewart, *Adaptive Digital Signal Processing JAVA Teaching Tool*, http://www.spd.eee.strath.ac.uk/~bob/adaptivejava/java_adaptive_dsp/index.htm, Desember 2005.
- [5] Jayadikara, E. A. dan P. Sigit, *Merawat & Memperbaiki Televisi Berwarna*, Cetakan V, Puspa Swara, Jakarta, 2004.
- [6] Kusumo, A. S., *Buku Latihan Microsoft Visual Basic 6.0*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2000.
- [7] Pamungkas, *Tip & Trik Microsoft Visual Basic 6.0*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2000.
- [8] Poernomo, L. S., *Teknik Perawatan & Perbaikan Televisi Berwarna*, Cetakan Keempat, Absolut, Yogyakarta, 2003.
- [9] Pramono, D., *Mudah Menguasai Visual Basic 6*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1999.
- [10] Prasetya, R. dan C. E. Widodo, *Teori dan Praktek Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0*, Andi, Yogyakarta, 2004.
- [11] Proakis, J. G. dan D. G. Manolakis, *Pemrosesan Sinyal Digital*, Jilid I, Prenhalindo, Jakarta, 1997.
- [12] Suhata, *VB sebagai Pusat Pengendali Peralatan Elektronik*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005.
- [13] Syahid, *Simulasi Penekanan Derau dengan Metode Finite Impulse Response (FIR) secara Adaptif Menggunakan Algoritma Least Mean Square (LMS)*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
- [14] Widrow, B. dan S. D. Stearns, *Adaptive Signal Processing*, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.
- [15] ---, *Televisi*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Televisi>, Juli 2005.

BIOGRAFI PENULIS



Hadhi Nugroho, lahir di Ponorogo pada hari Kamis Kliwon, tanggal 19 Mei 1983. Menempuh pendidikan dasar dan menengah di SD Negeri Pedurungan IA Semarang (1989-1995), SLTP Negeri 3 Semarang (1995-1998), dan SMU 3

Semarang (1998-2001). Saat ini sedang menyelesaikan pendidikan program Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang, dengan konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui / Mengesahkan,
Pembimbing I, Pembimbing II,

Darjat, S.T., M.T.
NIP. 132 231 135

Iwan Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 132 283 183